

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(11)Publication number : **2002-141367**(43)Date of publication of application : **17.05.2002**

(51)Int.Cl.

**H01L 21/60
H01L 25/065
H01L 25/07
H01L 25/18**(21)Application number : **2000-363235**(71)Applicant : **FUJITSU LTD**(22)Date of filing : **29.11.2000**(72)Inventor : **SAKUYAMA SEIKI
YAMAGISHI YASUO
MIZUKOSHI MASATAKA**

(30)Priority

Priority number : **11368924**Priority date : **27.12.1999**Priority country : **JP****2000143442****16.05.2000****JP****2000251909****23.08.2000****JP****(54) METHOD FOR FORMING BUMP, ELECTRONIC COMPONENT AND SOLDER PASTE**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form bumps having small height unevenness at a low cost for a plurality of electrode pads provided on a base plate.

SOLUTION: A method for forming the bumps comprises a step of providing masks having a plurality of openings corresponding to the plurality of electrode pads on the base plate having the plurality of electrode pads to a state in which the pads are exposed, a step of filling a solder paste in the openings, and a step of heat treating the paste. In this method, as a solder powder of the solder paste, a solder powder containing powder particles of a ratio of a particle size larger than a thickness of the mask to 1.5 times as large as the thickness of the mask of 10 wt.% or less is used. It is further preferred that as the solder powder, the powder containing particles of a ratio of a particle size of 40% or more of an opening size of the opening of 10 wt.% or less is used and the powder containing particles of a ratio of a particle size of 40 to 100% of the thickness of the mask of 30 wt.% or more is used.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3423930

[Date of registration]

25.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-141367

(P 2 0 0 2 - 1 4 1 3 6 7 A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
H01L 21/60		H01L 21/92	604 E
25/065		25/08	B
25/07			
25/18			

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全32頁)

(21) 出願番号	特願 2000-363235 (P 2000-363235)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(22) 出願日	平成12年11月29日 (2000.11.29)	(72) 発明者	作山 誠樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-368924	(72) 発明者	山岸 康男 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
(32) 優先日	平成11年12月27日 (1999.12.27)	(74) 代理人	100086380 弁理士 吉田 稔 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願 2000-143442 (P 2000-143442)		
(32) 優先日	平成12年5月16日 (2000.5.16)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願 2000-251909 (P 2000-251909)		
(32) 優先日	平成12年8月23日 (2000.8.23)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バンプ形成方法、電子部品、および半田ペースト

(57) 【要約】

【課題】 基板に設けられた複数の電極パッドに対して、コスト的に有利に、しかも高さのバラツキの少ないバンプを形成できるようにする。

【解決手段】 複数の電極パッドが設けられた基板に対して、複数の電極パッドに対応して複数の開口部が形成されたマスクを設け、複数の電極パッドのそれぞれが露出した状態とする工程と、開口部内に半田ペーストを充填する工程と、半田ペーストを加熱処理する工程と、を備えたバンプ形成方法において、半田ペーストの半田粉末として、マスクの厚み以上でこの厚みの1.5倍以下の粒径を有するものの割合が10重量%以下であるものを使用する。好ましくは、半田粉末として、開口部の開口径の40%以上の粒径を有するものの割合が10重量%以下であるものを使用し、マスクの厚みの40~100%の粒径を有するものの割合が30重量%以上のものを使用するのがさらに好ましい。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の電極パッドが設けられた基板に対して、上記複数の電極パッドに対応して複数の開口部が形成されたマスクを設け、上記複数の電極パッドのそれぞれが露出した状態とする工程と、上記開口部内に半田ペーストを充填する工程と、半田ペーストを加熱処理する工程と、を備えたバンプ形成方法であって、上記半田ペーストは、半田粉末とフラックスビヒクルとを含み、

上記半田粉末は、上記マスクの厚み以上でこの厚みの 1.5 倍以下の粒径を有するものの割合が 10 重量%以下であることを特徴とする、バンプ形成方法。

【請求項 2】 上記半田粉末は、上記開口部の開口径の 40%以上の粒径を有するものの割合が 10 重量%以下である、請求項 1 に記載のバンプ形成方法。

【請求項 3】 上記半田粉末は、上記マスクの厚みの 40～100%の粒径を有するものの割合が 30 重量%以上である、請求項 1 または 2 に記載のバンプ形成方法。

【請求項 4】 上記フラックスビヒクルは、上記半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第 1 の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第 2 の溶剤と、を含んでいる、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

【請求項 5】 上記第 1 の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも 5～50℃低く、上記第 2 の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも 5～50℃高い、請求項 4 に記載のバンプ形成方法。

【請求項 6】 上記マスクは、上記基板上に第 1 の被覆層を形成するとともに、この第 1 の被覆層上に第 2 の被覆層を形成する工程と、上記第 1 の被覆層および上記第 2 の被覆層における上記各電極パッドに対応する部位に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記開口部を形成する工程と、を経て上記基板上に設けられ、かつ、

上記第 1 の被覆層は、上記第 2 の被覆層を現像するためのエッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第 2 の被覆層の現像と同時に、上記第 1 の被覆層をエッチング処理する、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

【請求項 7】 上記複数の電極パッドは、複数の群に組み分けられるものであり、

上記マスクは、上記複数の電極パッドを覆うように被覆層を形成する工程と、上記被覆層に対し、上記複数の電極パッドの各々に対応して、各群毎に容積の異なる開口部を形成する工程と、を経て形成される、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

【請求項 8】 上記複数の電極パッドは、複数の第 1 の電極パッドおよび複数の第 2 の電極パッドを有しているとともに、上記開口部は、第 1 の開口部、第 2 の開口部、および第 3 の開口部を有しており、

上記マスクは、上記第 1 の電極パッドを覆い、上記第 2 の電極パッドを露出させて第 1 の被覆層を形成する工程と、この第 1 の被覆層に対し、上記第 1 の電極パッドに対応して上記第 1 の開口部を形成する工程と、上記第 1 の被覆層と上記第 2 の電極パッドを覆うように第 2 の被覆層を形成する工程と、上記第 2 の被覆層に対し、上記第 2 の電極パッドに対応して上記第 2 の開口部を形成し、上記第 1 の開口部に対応して上記第 3 の開口部を形成する工程と、を経て形成される、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

【請求項 9】 上記開口部内への半田ペーストの充填は、基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、上記マスクの高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を設ける工程と、上記マスクまたは上記スキージング用補助手段上に半田ペーストを準備する工程と、スキージを移動させて上記半田ペーストを上記開口部内に落とし込む工程と、を経て行われる、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

【請求項 10】 基板上に設けられた電極パッド上にバンプを形成する方法であって、上記基板上に第 1 の被覆層を形成するとともに、上記第 1 の被覆層上に第 2 の被覆層を形成する工程と、上記第 1 の被覆層および第 2 の被覆層における上記電極パッドに対応する部分に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記電極パッドを露出させる開口部を形成する工程と、

上記開口部内に金属を充填する工程と、上記該金属を加熱により上記電極パッドに一体化する工程と、を含み、かつ、

上記第 1 の被覆層は、上記第 2 の被覆層を現像するための上記エッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第 2 の被覆層の現像と同時に、上記第 1 の被覆層をエッチング処理して上記開口部を形成することを特徴とする、バンプ形成方法。

【請求項 11】 上記第 1 の被覆層は、水溶性またはアルカリ性水溶液に溶解し易い高分子材料により形成されている、請求項 6 または 10 に記載のバンプ形成方法。

【請求項 12】 複数の群に組み分けられる複数の電極パッドを有する基板上に、これらの複数の電極パッドを覆うように被覆層を形成する工程と、

上記被覆層に対し、上記複数の電極パッドの各々に対応して、上記各群毎に異なる大きさの開口部を形成する工程と、

上記開口部に半田ペーストを充填する工程と、加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、

上記被覆層を上記基板から除去する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法。

【請求項 13】 複数の第 1 の電極パッドおよび複数の

第2の電極パッドを有する基板上に、上記複数の第1の電極パッドを覆い、上記複数の第2の電極パッドが露出した状態で第1の被覆層を形成する工程と、
 上記第1の被覆層に対し、上記複数の第1の電極パッドに対応して、複数の第1の開口部を形成する工程と、
 上記第1の被覆層と上記複数の第2の電極パッドを覆うようにして第2の被覆層を形成する工程と、
 上記第2の被覆層に対し、上記複数の第2の電極パッドに対応して複数の第2の開口部を形成し、上記複数の第1の開口部に対応して複数の第3の開口部を形成する工程と、
 上記複数の第1の開口部、上記複数の第2の開口部、および上記複数の第3の開口部内に半田ペーストを充填する工程と、
 加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法。

【請求項14】 上記第1の開口部は、上記第2の開口部よりも大きな面積で形成される、請求項8または13に記載のバンプ形成方法。

【請求項15】 基板上に設けられた電極パッド上にバンプを形成する方法であって、
 基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、
 少なくとも上記基板を覆うようにして被覆層を形成する工程と、
 上記被覆層における上記電極パッドに対応する部分に開口部を形成する工程と、
 上記基板上における上記被覆層の高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を設ける工程と、
 上記被覆層または上記スキージング用補助手段上に金属ペーストまたは金属粉を準備する工程と、
 スキージの移動により上記金属ペーストまたは金属粉を上記開口部内に落とし込む工程と、
 上記金属ペーストまたは金属粉を加熱溶融・固化させて上記電極パッド上に一体化させる工程と、
 上記スキージング用補助手段を取り除く工程と、を含むことを特徴とする、バンプ形成方法。

【請求項16】 上記スキージング用補助手段は、上記基板の形状に対応した開口を有する平板である、請求項9または15に記載のバンプ形成方法。

【請求項17】 上記基板支持体は、上記基板の少なくとも一部を收容する凹部を有している、請求項9、15および16のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

【請求項18】 基板と、
 この基板の同一表面上に形成された複数の第1の電極パッドおよび複数の第2電極パッドと、
 上記第1の電極パッド上に形成された第1のバンプと、
 上記第2の電極パッド上に形成された第2のバンプと、
 を備え、
 上記第1の電極パッドの面積は、上記第2の電極パッド

の面積よりも小さく、

上記第1のバンプの頂点の位置が上記第2のバンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品。

【請求項19】 基板と、

この基板の同一表面上に形成された複数の第1電極パッドおよび複数の第2電極パッドと、

上記第1の電極パッドの形成領域に形成され、上記第1の電極パッドの各々に対応した開口部を有する被覆層と、

上記第1の電極パッドと導通するとともに上記被覆層から突出する第1のバンプと、

上記第2電極パッド上に形成された第2のバンプと、を備え、

上記第1のバンプの頂点の位置が上記第2のバンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品。

【請求項20】 半田粉末と、溶剤とを含む半田ペーストであって、

上記溶剤は、上記半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤と、を含むことを特徴とする、半田ペースト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に設けられた電極パッド上にバンプを形成する方法、バンプが形成された電子部品、および半田ペーストに関する。

【0002】

【従来の技術】近年においては、電子部品実装の高密度化への要求が強くなっており、ベアチップ実装方式が注目されている。このベアチップ実装方式としては、ワイヤボンディング法によるフェイスアップ方式と、金属バンプを用いたフェイスダウン方式とがあるが、フェイスダウン方式の実装形態が主流となりつつある。フェイスダウン方式における金属バンプによる接続は、低抵抗な接続が期待できる方法である反面、半導体チップの電極パッドに対応した微細なピッチへのバンプ形成や、安定した接続信頼性を得るためのバンプ高さの精度確保、更には低コストに形成できるなど、多くの要求がある。

【0003】バンプ形成方法としては、従来よりめっき法や蒸着法などがあるが、めっきや蒸着によるバンプ形成方法では、多大な設備投資が必要であり、バンプ高さや金属組成の制御が難しいなどの問題があった。そこで、低コストに金属ペーストを供給できる印刷法も注目されつつある。

【0004】印刷法としては、メタルマスクを用いる方法の他、特開平7-273439号や特開平11-340270号などに開示されているように、樹脂マスクを利用した方法もある。メタルマスクを用いる方法では、

電極パッドの形成位置に対応して予め開口部が形成されたメタルマスクを基板上に載置するが、樹脂マスクを用いる方法では、基板上に樹脂層を形成した後に電極パッドに対応する部位を除去して開口部が形成される。その後は、両法ともに、マスク上に載置した半田ペーストをスキージを用いて開口部内に押し込んだ後に加熱することによりバンパが形成される。メタルマスクを用いる方法では、開口部内に半田ペーストを充填した後にメタルマスクが除去され、樹脂マスクを用いる方法では、バンパの形成後に必要に応じて樹脂マスクが除去される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、半田ペーストを構成する半田粉末のうち粒径の大きなものの割合が大きければ、たとえば平均粒径が $30\sim40\mu\text{m}$ では、マスク上を繰り返してスキージを移動させたときに、一旦開口部に充填された半田粉末が掻き取られてしまったり、半田ペーストを開口部内に充填した後にメタルマスクを除去する場合には、その際に開口部の内面に付着した半田ペーストがマスクとともに持ち去られる危険性があった。そのため、粒径の大きな半田粉末を使用

【0006】このような問題を回避するためには、粒径の小さい半田粉末の割合が小さいものを使用する必要がある。たとえば、マスクの厚みの $1/3$ 以下の粒径（汎用されているマスクの厚みを考慮すれば、実質的に $15\mu\text{m}$ 以下の粒径）の半田粉末の割合が大きいものを使用すれば、上記した問題は著しく低減される。

【0007】一方、半田粉末の作製方法には、たとえばディスクアトマイズ法やガスアトマイズ法があるが、これらの方法では粒径の小さな粉末を安定して作製することは困難である。そのため、ある程度の範囲の粒度分布を有する粉末を作製した後に、分級により微粉末を採取しているのが実情である。ところが、微粉末を分級することは相当の労力を要するばかりか、多量の微粉末を採取するのは困難である。たとえば、 $20\mu\text{m}$ 以下の半田粉末は、現在の技術では、全体の約 20% 程度しか採取できないとされており、コスト的にも不利である。また、粒径の小さい微粉末は比表面積が大きいことから酸化しやすいため、このような半田粉末により構成される半田ペーストは寿命が短いといった問題もある。

【0008】本発明は上記した事情のもとで考え出されたものであって、基板に設けられた複数の電極パッドに対して、コスト的に有利に、しかも高次のバラツキを少ないバンパを形成するようにできることをその課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明では、次の技術的手段を講じている。

【0010】すなわち、本発明の第1の側面により提供

されるバンパ形成方法では、複数の電極パッドが設けられた基板に対して、上記複数の電極パッドに対応して複数の開口部が形成されたマスクを設け、上記複数の電極パッドのそれぞれが露出した状態とする工程と、上記開口部内に半田ペーストを充填する工程と、半田ペーストを加熱処理する工程と、を備えたバンパ形成方法であって、上記半田ペーストは、半田粉末とフラックスビヒクルとを含み、上記半田粉末は、上記マスクの厚み以上でこの厚みの 1.5 倍以下の粒径のものの割合が 10 重量%以下であることを特徴としている。

【0011】なお、本発明で「基板」という場合には、特段の限定がない限り、電極パッドが形成された全ての基板を含み、回路基板やシリコンウエハはいずれでもなく、半導体チップなども含むものとする。また、「開口径」は、開口部が円形でない場合には、開口部の面積に相当する面積を有する円の径を指すものとする。

【0012】このバンパ形成方法において使用される半田ペーストでは、マスクの厚みとの関係で、当該厚みと比較して相対的に粒径の大きな半田粉末の割合が小さくされている。これにより、開口部内への半田ペーストの充填を確実にしめるためにマスク上でスキージを繰り返して移動させたとしても、一旦開口部に充填された半田粉末が欠き取られてしまう危険性は少なくなる。また、マスクとしてメタルマスクを使用した場合には、半田ペーストを開口部内に充填した後にメタルマスクを除去したとしても、その際に開口部の内面に付着した半田ペーストがメタルマスクとともに持ち去られるといった危険性は少なくなる。このため、上記方法によりバンパを形成すれば、バンパの大きさにバラツキが生じにくくなる。

【0013】なお、上記した粒径範囲に属する半田粉末は、少なれば少ないほどその効果が顕著に現れることから、そのような半田粉末の割合は、最も好ましくは 0 重量%とされる。また、上述した効果をさらに確実に享受するためには、開口部の開口径の 40% 以上の粒子径を有するものを 10 重量%以下とするのが好ましい。

【0014】好ましい実施の形態においては、半田粉末としては、マスクの厚みの $40\sim100\%$ の粒径を有するものが 30 重量%以上含まれるもの、さらに好ましくは 50 重量%以上含まれるものが使用される。

【0015】このような半田ペーストでは、マスクの厚みとの関係で、当該厚みと比較して適度な粒径の半田粉末の割合が大きくなり、相対的に粒径の小さな半田粉末の割合が小さくされている。マスクの厚みが、たとえば $50\sim100\mu\text{m}$ 程度であるとする、粒径が $20\mu\text{m}$ 以下の半田粉末の割合が少なくなっている。先にも述べたように、粒径が $20\mu\text{m}$ 以下の半田粉末を調整するのは労力を要するばかりか収率も悪く、コストにも不利であったが、そのような粒径の半田粉末を割合を低減すれば、自ずとそのような不利益は低減される。また、粒径

の小さなものの割合が少なくなれば、半田粉末全体としては酸化されにくくなり、半田ペーストの寿命が長くなるといった利点も得られる。

【0016】なお、半田粉末全体としての平均粒径は、マスクの厚みやこれに形成された開口部の径などより適宜設定される、たとえば5~20 μ mとされる。

【0017】半田粉末を構成する半田成分としては、たとえばSn、Pb、Ag、Sb、Bi、Cu、In、およびZnからなる群より選ばれる少なくとも1種を含むものが好ましく使用される。より具体的には、たとえば63%Sn-Pb（融点：183℃）、Sn-3.5%Ag（融点：221℃）、5%Sn-Pb（融点：315℃）などが好ましく使用される。

【0018】一方、フラックスビヒクルとしては、たとえばロジン、活性剤、および溶剤を含むものが使用される。

【0019】ロジンは、主として半田ペーストの粘着性を増進する役割を果たすものである。ロジンとしては、公知の種々のものを用いることができ、たとえば重合ロジン、水素添加ロジン、エステル化ロジンなどを用いることができる。

【0020】活性剤は、主として個々の半田粉末の表面や電極パッドの表面に形成された酸化膜を、半田ペーストを加熱処理したときに除去する役割を果たすものである。活性剤としては、たとえば有機酸または有機アミンを用いることができる。有機酸は、多くの場合、分子構造の骨格にカルボキシル基を有し、有機アミンは、分子構造の骨格にアミノ基を有し、ともに半田ペースト中において半田粉末表面および電極表面の酸化膜除去能力を発揮し得るからである。

【0021】活性剤としては、たとえばセバシン酸、コハク酸、アジピン酸、グルタル酸、トリエタノールアミン、モノエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも1種の有機酸または有機アミンが使用される。活性剤がその作用を最大限享受するには、半田の融点付近で分解あるいは気化するものを使用するのが好ましい。一方、半田の融点以下の温度では、半田ペースト中の活性剤は、酸化膜除去能力を最大限に発揮するべく半田ペースト中に均一に分散する必要があることから、溶剤あるいはロジンと相溶性があるものを用いるのが好ましい。このため、たとえばSn-Ag系の半田を用いる場合には、有機酸として、セバシン酸（分解温度：230~290℃）、コハク酸（分解温度：200~250℃）、アジピン酸（分解温度：230~280℃）などが好ましく使用される。

【0022】なお、半田ペーストにおける活性剤の含有量は、たとえば0.1~2重量%とされる。活性剤の含有量が不当に多い場合は、半田ペーストの粘度の上昇を招いて半田ペーストの流動性が損なわれ、マスクの開口部内への充填が困難となるからである。一方、活性剤の

含有量が不当に少ない場合には、半田粉末などの酸化膜を十分に除去できないからである。

【0023】溶剤は、主として半田ペーストの粘度を調整する役割を果たすものであり、溶剤により半田ペーストの粘度は、たとえば100~400Pa \cdot sの範囲に調整される。半田ペーストの粘度が100Pa \cdot sよりも小さければ、開口部に半田ペーストが充填した際に、樹脂分（ロジン）が開口部より押し出され、半田の濡れ性が阻害されるからである。一方、半田ペーストの粘度が400Pa \cdot sよりも大きければ、開口部内に半田ペーストが流入しにくいからである。

【0024】溶剤は、半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤と、組み合わせて使用するのが好ましい。

【0025】そうすれば、半田ペーストを加熱した場合には、半田粉末が溶融する前に第1の溶剤が気化し、半田粉末の溶融し始めた後に第2の溶剤が気化する。これにより、第1の溶剤および第2の溶剤により半田ペーストの粘度の調整に必要な溶剤量を十分に確保しつつも、半田粉末の溶融し始めた後に気化する溶剤の量を少なくできる。その結果、溶剤の気化時に気化熱として半田から奪われる熱量が少なくなり、加熱時の半田の温度の低下が抑制され、未溶融の半田粉末が残存してしまうといった不都合が抑制される。

【0026】一方、半田の溶融し始めた後においては、第2の溶剤が気化し始めるが、その後の一定期間は一定量の第2の溶剤が残存することとなる。半田の溶融時には、ロジンなどの樹脂分の流動性を維持し、また活性剤が溶剤の気化に伴って持ち去られることを回避して、活性剤を半田の隅々にまで行き渡らせて活性剤を有効に作用させるためには、半田の溶融時に一定量の溶剤が残存していることが必要である。この役割を第2の溶剤が果たすこととなる。

【0027】このように、第1の溶剤と第2の溶剤とを組み合わせることで、半田ペーストの粘度を所望のものとしてマスクの開口部への半田ペーストの充填を確実にしめることができるとともに、活性剤が有効に作用して半田粉末が相互に溶融し合ってバラツキの少ない半田バンプを形成することができる。その結果、高精度な半田バンプを形成することが可能となり、半導体素子などのように、微細なピッチで設けられた電極パッド上へ、微細なピッチで正確に半田バンプを形成することが可能となる。

【0028】このような効果をより確実に享受するためには、第1の溶剤としては、半田粉末の融点よりも5~50℃低い沸点を有するものを使用するのが好ましく、第2の溶剤としては、半田粉末の融点よりも5~50℃高い沸点を有するものが使用するのが好ましい。つまり、第1の溶剤の沸点が不当に低い場合には、第1の溶

10

20

30

40

50

剤が室温で蒸発して半田ペーストの粘度が上昇してしまうことが懸念され、当該沸点が不当に高い場合には、当該沸点と半田粉末の融点が近似し、半田粉末の溶融時に第1の溶剤の気化により奪われる熱量を十分に低減できないからである。一方、第2の溶剤の沸点が不当に高い場合には、半田ペーストの加熱工程において、第2の溶剤を十分に気化させることができず、当該沸点が不当に低ければ、当該沸点と半田粉末の融点とが近似し、第2の溶剤の気化に伴って活性剤が持ち去られ、活性剤を十

分に機能させることができないからである。

【0029】使用される第1の溶剤および第2の溶剤の種類は、半田の融点、主として半田粉末の組成により決定される。代表的な半田粉末の組成と、それに適する第1の溶剤および第2の溶剤との組み合わせを下表1に示す。

【0030】

【表1】

半田粉末 組成 (融点/℃)	第1の溶剤 名称 (沸点/℃)	第2の溶剤 名称 (沸点/℃)
63%Sn-Pb (183)	エチレンジクロライド (135.0) n-ブチルアルコール (140.9) ジエチレンジクロライド (145.0) エチレンジクロライド/メチルアルコール (145.1) メチルアルコール (153.9) エチレンジクロライド/エチルアルコール (156.8) ジエチレンジクロライド (159.6) オキシメチルアルコール (167.5) エチレンジクロライド (170.1) ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (171.1) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (171.2)	エチレンジクロライド (190.5) ブチレンジクロライド (188.2) 2,3,4-ペンタジオール (197.0) エチレンジクロライド (197.7) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (203.6) エチレンジクロライド/メチルアルコール (208.3) n-ブチルアルコール (213.3) ジエチレンジクロライド/エチルアルコール (217.4) α-ピネン (218.0) ブチレンジクロライド (229.2) n-ブチルアルコール/ブチルアルコール (229.4) ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (230.4)
Sn-3.5%Ag (221)	エチレンジクロライド/メチルアルコール (181.0) ジエチレンジクロライド (186.0) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (187.0) ブチレンジクロライド (188.2) ブチレンジクロライド/メチルアルコール (190.0) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (190.5) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (191.5) ジエチレンジクロライド/メチルアルコール (194.2) ジエチレンジクロライド/エチルアルコール (195.0) 2,3,4-ペンタジオール (197.0) 3,4-ペンタジオール (197.1) ブチレンジクロライド/メチルアルコール (197.8) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (203.6) エチレンジクロライド/メチルアルコール (208.3) n-ブチルアルコール (213.3)	ブチレンジクロライド (229.2) n-ブチルアルコール/ブチルアルコール (229.4) ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (230.4) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (237.0) 1,5-ペンタジオール (242.5) トリブチレンジクロライド/メチルアルコール (243.0) ジエチレンジクロライド (245.0) ジエチレンジクロライド/ブチルアルコール (246.8) ジエチレンジクロライド/ブチルアルコール (250.0) ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (254.6) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (256.0) エチレンジクロライド/ブチルアルコール (259.7) ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (269.0)
5%Sn-Pb (315)	ブチレンジクロライド/ブチルアルコール (269.0) ブチレンジクロライド (283.7) ブチレンジクロライド (302.0)	安息香酸ベンジル (323.0) ブチレンジクロライド (339.0) ブチレンジクロライド (340.0) ブチレンジクロライド (350.0) ブチレンジクロライド (360.0)

【0031】なお、第1の溶剤および第2の溶剤は、上述したような第1の溶剤および第2の溶剤の役割を十分に果たすべく、半田ペーストに対して各々2～6重量%の組成範囲で含ませるのが好ましい。

【0032】フラックスビヒクルには、半田ペーストに対して形態保持性を付与すべく、チクソ剤を混合してもよい。チクソ剤としては、公知の種々のものを用いることができ、硬化ヒマシ油、ヒドロキシステアリン酸などを

用いることができる。

【0033】半田ペーストの構成成分として使用される全ての成分は、ハロゲン元素及びアルカリ金属元素を含有しないもの、もしくはその含有量が極めて少ないものを使用するのが好ましい。半田バンプ形成後にハロゲン元素やアルカリ金属元素が残存すれば、腐食による半導体素子の劣化やマイグレーションによる電極間のショートが生じるからである。特に、フラックスビヒクルのハロゲン元素及びアルカリ金属元素の含有量は100ppm以下であることが望ましい。

【0034】好ましい実施の形態においては、上記マスクは、上記基板上に第1の被覆層を形成するとともに、この第1の被覆層上に第2の被覆層を形成する工程と、上記第1の被覆層および上記第2の被覆層における上記各電極パッド上に対応する部位に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記開口部を形成する工程と、を経て上記基板上に設けられ、かつ、上記第1の被覆層は、上記第2の被覆層を現像するための上記エッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第2の被覆層の現像と同時に、上記第1の被覆層をエッチング処理する。

【0035】このようなバンプ形成方法では、露光後における現像において、第2の被覆層における電極パッドに対応した部分のみが選択的に除去され、第2の被覆層に上記開口部を構成する第1の開口部が形成される。一方、第1の被覆層は、第2の被覆層の現像に使用されるエッチング液に溶解する材料により形成されているため、上記エッチング液により、第1の被覆層も同時にエッチング処理される。このとき、第1の被覆層は、第2の被覆層の下層として形成されているため、第1の開口部が形成された第2の被覆層は、第1の被覆層に対してはエッチング用のマスクとして機能する。したがって、第1の被覆層は、第2の被覆層に形成された第1の開口部に対応し、かつ電極パッドに対応する部分のみが選択的に除去されて上記開口部を構成する第2の開口部が形成される。このように、上記したバンプ形成方法では、開口部の形成に際して、第1の被覆層および第2の被覆層のそれぞれに対して別個にエッチング処理を行う必要はなく、作業効率的に有利となる。

【0036】なお、「露光」という用語にあっては、特段の限定がない限り、X線や電子線（電子ビーム）などの照射も含まれるものとする。

【0037】第1の被覆層を形成するための材料は、第2の被覆層の現像を行うためのエッチング液により溶解されるものであればよく、使用するエッチング液の種類に応じて適宜選択すればよい。

【0038】一方、第2の被覆層を形成するための材料としては、感光性を有する高分子化合物、あるいは感光性を有する化合物と他の化合物との混合物などが使用されるが、光を照射した部分が硬化するネガ型および光を

照射した部分が分解されるポジ型のいずれをも使用できる。なお、「感光性」という用語の意味には、光照射により硬化（反応）あるいは分解（反応）する性質ばかりでなく、電子線（電子ビーム）やX線などの照射により硬化（反応）あるいは分解（反応）する性質をも含むものとする。

【0039】ネガ型の被覆層を形成可能な材料としては、重合性ビニル基を有するビニルエステル、スチレン、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステルなどのモノマー、あるいはこれらのモノマーからなるオリゴマー、不飽和ポリエステル樹脂、およびウレタンアクリレートその他、重合性不飽和二重結合を有するアクリル系モノマまたはオリゴマなどを例示することができる。もちろん、感光性を有する化合物のみによりネガ型の被覆層を形成してもよいし、感光性を有する化合物と他の化合物、たとえばアクリル系、エポキシ系、あるいはイミド系などの高分子化合物との混合物によりネガ型の被覆層を形成してもよい。

【0040】ポジ型の被覆層を形成可能な材料としては、光分解を受けやすいエーテル結合を有する高分子化合物（たとえばポリエチレンオキサイド、セルロース、ポリアセタールなど）の他、光照射によりラジカルを生じやすいポリエチレンなどの高分子化合物、ジアゾ化合物などのように光照射により分解する低分子化合物と他の化合物との混合物などが挙げられる。

【0041】好ましい実施の形態においては、上記第1の被覆層は、水溶性またはアルカリ性水溶液に溶解し易い高分子を含む材料により形成されている。

【0042】このバンプ形成方法では、水またはアルカリ性水溶液などの水溶液により、少なくとも第1の被覆層を溶解させれば第2の被覆層をも同時に除去することができる。すなわち、第2の被覆層が第1の被覆層と同様に水溶性またはアルカリ性水溶液に易溶性の高分子を含む材料により形成されていれば、水またはアルカリ性水溶液などの水溶液により第2の被覆層も同時に溶解除去される。一方、第2の被覆層が難水溶性またはアルカリ性水溶液に難溶性の高分子を主成分として含む材料により形成されている場合には、第1の被覆層のみが積極的に溶解する。第1の被覆層は、第2の被覆層の下層として形成されているため、第1の被覆層を溶解させれば、基板に対する第2の被覆層の付着性がなくなる。この状態では、第2の被覆層自体が溶解せずとも、第2の被覆層をフィルム状のまま容易に除去することができる。この場合、第2の被覆層を溶解する必要がないことから、水またはアルカリ性水溶液などの水溶液の使用量を少なくできるといった利点がある。したがって、この観点からは、第2の被覆層は、難水溶性またはアルカリ性水溶液に難溶性の高分子を主成分とした材料により形成するのが好ましい。

【0043】第2の被覆層を難水溶性またはアルカリ性

水溶液に難溶性とする場合には、第2の被覆層にアクリル酸エステルなどのアクリル系、ビスフェノールA型などのエポキシ系、ビスマレイミド型ポリイミドなどのイミド系などの高分子を含有させるのが好ましい。もちろん、これらの高分子を組み合わせ使用してもよい。

【0044】また、第1の被覆層に含ませる水溶性またはアルカリ性水溶液に易溶性の高分子としては、動物性ゼラチンや植物性デンプンのような天然高分子、デンプン誘導体や繊維素誘導体のような半合成高分子の他、種々の合成高分子を使用することができる。合成高分子としては、ホモポリマー（ストレートポリマー）およびコポリマーのいずれをも使用することができる。ホモポリマーとしては、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドンなどのビニル系、ポリアクリルアミドやポリアクリル酸などのようなアクリル系の他、ポリエチレンオキサライドなどが挙げられる。コポリマーとしては、ポリ酢酸ビニル部分のケン化物などのようなランダム系、ポリ（スチレンーエチレンオキサライド）などのようなブロック系、ポリ（エチレンービニルアルコール）-g-（エチレンオキサライド）のようなグラフト系などが挙げられる。

【0045】好ましい実施の形態においては、上記複数の電極パッドは、複数の群に組み分けられるものであり、上記マスクは、上記複数の電極パッドを覆うように被覆層を形成する工程と、上記被覆層に対し、上記複数の電極パッドの各々に対応して、各群毎に容積の異なる開口部を形成する工程と、を経て形成される。

【0046】このようなバンプ形成方法によると、各開口部内に充填される半田ペーストの量は、各電極パッドの群毎に異なったものとなる。このため、各電極パッド上に形成されるバンプは、各群毎に異なるサイズとすることが可能となる。

【0047】たとえば、複数群のうちの第1の電極パッド群の各々に対応して形成される第1の開口部が、複数群のうちの第2の電極パッド群の各々に対応して形成される第2の開口部よりも容積が大きい場合には、第1の開口部に充填される半田ペーストの量の方が、第2の開口部に充填される半田ペーストの量よりも多くなる。このため、最終的に形成されるバンプについては、第1の電極パッド上に形成されるバンプのほうが、第2の電極パッド上に形成されるバンプよりも大きくなる。

【0048】好ましい実施の形態においては、上記複数の電極パッドは、第1の電極パッドの群と第2の電極パッドの群とに組み分けられ、上記第1の電極パッドは、上記第2の電極パッドよりも小さな面積で形成されており、かつ、上記開口部は、上記第1の電極パッドに対応して形成された第1の開口部と、上記第2の電極パッドに対応するとともに、上記第1の開口部より容積の小さな第2の開口部を有している。

【0049】このようなバンプ形成方法によると、たと

えば半田熔融時に開口部の内面に熔融半田が接触しない条件下では、被覆層の厚みが均一であれば、開口部の容積が大きいほうが、そこに形成される半田バンプは高くなる。つまり、開口部が大きいほど充填される半田ペーストの量が多くなるため、電極パッド上に形成されるバンプも高くなる。また、電極パッドが小さければ、電極パッドとバンプとの接合面積が小さくなり、より球状に近いバンプとされるため、この観点からもバンプの高さを小さくすることができる。

10 【0050】このように、被覆層に対して大きさの異なる開口部を形成し、また電極パッドの面積を異なるものとすれば、電極パッドからバンプ頂点までの距離が相違する複数のバンプ群を、同一の工程で同時的に形成することが可能となる。

【0051】以上においては、高さの異なる2種類のバンプを形成する例を説明したが、もちろん本発明は高さの異なる3種類以上のバンプを形成する場合にも適用できる。たとえば、開口容積の異なる第1開口部および第2開口部に加えて、これらとは容積の異なる第3開口部を設けてもよく、もちろん第4以上の開口部を設けてもよい。

【0052】被覆層は、たとえば熔融樹脂を塗布することにより、あるいは樹脂フィルムを敷設することにより形成される。ただし、樹脂フィルムを敷設して被覆層を形成するほうが、被覆層を形成する工程が容易となるばかりでなく、均一な厚さの被覆層を簡易に形成することが可能である点で有利である。

【0053】被覆層は、たとえばポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリメチルイソプロペニルケトンなどをベース樹脂とした絶縁性の高い樹脂により構成することができ、好ましくは、多官能のアクリレートなどの光重合型モノマーを含む感光性材料で構成される。

【0054】好ましい実施の形態においては、上記複数の電極パッドは、複数の第1の電極パッドおよび複数の第2の電極パッドを有しているとともに、上記開口部は、第1の開口部、第2の開口部、および第3の開口部を有しており、上記マスクは、上記第1の電極パッドを覆い、上記第2の電極パッドを露出させて第1の被覆層を形成する工程と、この第1の被覆層に対し、上記第1の電極パッドに対応して第1の開口部を形成する工程と、上記第1の被覆層と上記第2の電極パッドを覆うように第2の被覆層を形成する工程と、上記第2の被覆層に対し、上記第2の電極パッドに対応して上記第2の開口部を形成し、上記第1の開口部に対応して上記第3の開口部を形成する工程と、を経て形成される。

【0055】このようなバンプ形成方法によると、第1の電極パッドが形成された領域は、第1の被覆層および第2の被覆層によりマスクが構成され、第2の電極パッドが形成された領域は、第2の被覆層のみによりマスク

が構成されている。そして、第1の電極パッド上には、第1の開口部および第3の開口部が設けられ、第2の電極パッド上には、第2の開口部が形成されている。第2の開口部と第3の開口部は双方ともに第2の被覆層に形成されているから、第2の被覆層の厚みが均一であれば、その深さは同一となる。このため、第1の電極パッド上には、第2の電極パッド上に比べて、第1の開口部の深さ（第1の被覆層の厚み）の分だけ、大きな深さを有する開口部が形成されていることとなる。したがって、上記マスクを用いた場合には、第1の電極パッド上に載せられる半田ペーストの量は、第2の電極パッド上に載せられるそれよりも多くなり、そこに形成される半田バンプの高さも大きくなる。その結果、上記バンプ形成方法では、基板表面からバンプ頂点までの距離が有意に相違する複数のバンプ群を形成することが可能となる。

【0056】第3の開口部は、第2の開口部に比べて大きく形成するのが好ましい。そうすれば、第1の電極パッド上に載せられる半田ペーストの量を、第2の電極パッド上に載せられる半田ペーストの量に比べて大きくすることができる結果、第1の電極パッド上に形成されるバンプの高さと、第2の電極パッド上に形成されるバンプの高さとをより有意に相違させることができる。

【0057】好ましい実施の形態においては、第3の開口部は、上記第1の開口部よりも大きな開口面積を有するように形成され、かつ、上記第2の被覆層のみを選択的に除去する工程をさらに含んでおり、上記第1の被覆層は基板上に設けられたまま残される。

【0058】このようなバンプ形成方法では、バンプの形成後においても、第3の開口部よりも開口面積の小さな第1の開口部を有する第1の被覆層が残されているから、第1の電極パッド上には、残された第1の被覆層に底上げされた格好で、第1の被覆層の表面から、たとえば球状部分が突出したバンプが形成される。一方、第2の電極パッド上には、たとえば直接的に球状のバンプが形成される。このため、第1の電極パッド上のバンプと第2の電極パッド上のバンプとでは、その高さを確実に相違させることができる。

【0059】第1の被覆層および第2の被覆層のそれぞれは、たとえば溶融樹脂を塗布することにより、あるいは樹脂フィルムを敷設することにより形成される。ただし、樹脂フィルムを敷設して被覆層を形成するほうが、被覆層を形成する工程が容易となるばかりでなく、均一な厚さの被覆層を簡易に形成することが可能である点で有利である。

【0060】第1の被覆層は、たとえばエポキシアクリレート、エポキシ、およびポリイミドなどをベース樹脂とした絶縁性の高い樹脂により構成することができる。

【0061】第2の被覆層は、たとえばポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルイソプロピルケトンなどをベース樹脂とした絶縁性の高い

樹脂により構成することができ、好ましくは、多官能のアクリレートなどの光重合型モノマーを含む感光性材料で構成される。一方、第1の被覆層は、第2の樹脂膜に第2の開口部および第3の開口部を形成するときに、そのエッチング液などにより処理侵食を受けないような、第2の樹脂膜とは異なる化学的性質を示す材料である必要がある。たとえば、第1の樹脂膜としては、エポキシアクリレート、エポキシ、ポリイミドなどの材料で構成される樹脂膜を使用することができる。このような構成によれば、樹脂膜を形成する工程が容易となるばかりでなく、均一な厚さの樹脂膜を簡易に形成することが可能である。

【0062】好ましい実施の形態においては、上記開口部内への半田ペーストの充填は、基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、上記マスクの高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を設ける工程と、上記マスクまたは上記スキージング用補助手段上に半田ペーストを準備する工程と、スキージを移動させて上記半田ペーストを上記開口部内に落とし込む工程と、を経て行われる。

【0063】なお、開口部への半田ペーストの充填は、上記した各工程を含んでいればよく、必ずしも上記した順序で各工程を行う必要はない。たとえば、基板上に被覆層形成した後に開口部を形成し、それから基板支持体上に基板を支持させて開口部に半田ペーストを充填してもよい。

【0064】このようなバンプ形成方法では、スキージング補助手段を設けることにより、基板上における被覆層の高さ位置と、基板の周囲との高さ位置との差を緩和される。このため、被覆層上ばかりでなく、スキージング用補助手段上を沿うようにしてスキージを移動させることができる。つまり、基板上の半田ペーストばかりでなく、スキージング用補助手段上の半田ペーストをも同時に移動させて、開口部内への充填用を使用することができる。このことは、幅寸法が一様でない基板（たとえばシリコンウエハ）にバンプを形成する場合においても、各々の開口部に対して、容易かつ確実に半田ペーストを充填できることを意味している。

【0065】図18(a)に示したように、シリコンウエハのような円盤状の基板15の電極パッド15a上にバンプを形成する場合には、マスク16の開口部16aに半田ペーストPを充填する際に、次のような問題が生じていた。開口部16aへの半田ペーストPの充填は、マスク16における特定の縁部16Aに半田ペーストPを準備しておき、スキージSを反対側の縁部16Bに移動させることにより行われる。このとき、スキージSの移動経路に着目すれば、図18(b)に示したようにスキージSの移動方向に直交する方向の基板15（マスク16）の寸法は、最初はスキージSの移動に伴って大きくなり、最大寸法の部分を通過した後は小さくなる。し

たがって、スキーSの出発部位の近傍に半田ペーストPを準備していれば、準備された半田ペーストPの長さ寸法に略対応した幅にしか半田ペーストPを移動させることができない。そのため、上記最大寸法の部分の縁部分に形成された開口部16a'については、十分な量の半田ペーストP'を確実に充填するのが困難となっていた。また、マスク16の周縁のぎりぎりまで開口部16aが形成されていれば、その開口部16aに半田ペーストを充填しようとしてマスク16の反対の縁部16BにまでスキーSを移動させた場合に、半田ペーストPがマスク16から掻き落されてしまう。このため、その半田ペーストPを、再びスキーSを用いてスキーSの出発部分にまで移動させることができず、半田ペーストの有効利用が図れないといった問題もあった。

【0066】これに対して、上記した半田バンパ形成方法では、基板の周囲がスキージング用補助手段によって囲まれているため、スキーの移動方向に直交する方向の寸法については、スキージング補助手段をも含めて考えれば、基板の最大寸法よりも大きくすることができ、またスキーの移動方向の寸法についても、基板の寸法よりも大きくすることができる。

【0067】したがって、被覆層上、あるいはスキージング用補助手段上に、基板の最大寸法を対応し、あるいはそれ以上の長さ寸法となるように半田ペーストを準備しておき、これをスキーにより移動させれば、基板の最大寸法もしくはその近傍領域に形成された開口部に対しても、半田ペーストを確実に充填することができるようになる。また、充填時におけるスキーの移動方向の寸法を大きくできれば、スキーが基板の縁部に達した場合においても、半田ペーストをスキージング補助手段上に退避させておくことができるため、その半田ペーストを再び利用することができるようになる。

【0068】上記した効果をより確実に享受するためには、スキージング用補助手段と、被覆層とは、面一または略面一とするのが好ましいが、スキーの移動を損なわない範囲で、それらの高さに多少の相違があってもかまわない。

【0069】スキージング用補助手段は、たとえば基板の周囲を囲むようにして樹脂層を形成することにより、あるいは基板の形状に対応した開口を有する平板などを基板の周囲を囲むようにして配置することにより設けられる。また、スキージング補助手段は、被覆層に設けられた全ての開口部を露出させることができる開口を有していればよく、スキーの移動を損なわない限りは、開口の周縁部が被覆層上に覆いかぶさり、スキージング補助手段の表面が被覆層の表面よりも高位となるようにスキージング補助手段を設けてもよい。もちろん、スキージング用補助手段は、必ずしも基板の周囲全体を囲むようにして設ける必要はなく、本発明の目的が達成できる範囲においては、少なくとも基板の周囲における必要領

域にのみ設ければ足りる。また、スキージング用補助手段は、必ずしも一体化された1つの部材や要素により設ける必要もなく、複数の部材や要素を組み合わせ、スキージング用補助手段を構成するようにしてもよい。

【0070】ただし、樹脂層は、バンパの形成後に除去した後においては再使用ができないが、平板は繰り返し使用できるから、このような観点からは、平板を配置してスキージング用補助手段を設けるのが好ましい。また、平板によりスキージング用補助手段を構成すれば、被覆層の開口部に充填されなかった過剰な半田ペーストを、スキージング用補助手段上に退避させておくことができ、次の基板に対してバンパを形成する際に、スキージング用補助手段に退避させた半田ペーストを再使用することができるようになる。

【0071】なお、樹脂層によりスキージング用補助手段を形成する場合には、被覆層を除去する際に同時に樹脂層をも除去すべく、たとえば被覆層と同じエッチング液に溶解する材料により樹脂層を形成するのが好ましい。

【0072】一方、基板支持体は、基板の少なくとも一部を収容可能な凹部を有したものを使用するのが好ましい。そうすれば、開口部に半田ペーストを充填すべく、基板上にスキーを移動させた場合であっても、基板支持体に対して基板が移動してしまうことを抑制することができる。また、基板支持体に対する基板のセットは、凹部内に基板を収容すればよく、接着剤などを用いて基板支持体に対して基板を固定する必要もないため、コスト的にも作業効率的にも有利である。

【0073】本発明の第2の側面によれば、基板に設けられた電極パッド上にバンパを形成する方法であって、上記基板上に第1の被覆層を形成するとともに、上記第1の被覆層上に第2の被覆層を形成する工程と、上記第1の被覆層および第2の被覆層における上記電極パッドに対応する部分に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記電極パッドを露出させる開口部を形成する工程と、上記開口部内に金属を充填する工程と、上記金属を加熱により上記電極パッドに一体化する工程と、を含み、かつ、上記第1の被覆層は、上記第2の被覆層を現像するための上記エッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第2の被覆層の現像と同時に、上記第1の被覆層をエッチング処理して上記開口部を形成することを特徴とする、バンパ形成方法が提供される。

【0074】このようなバンパ形成方法によれば、第2の被覆層のエッチング処理により第2の被覆層に上記開口部を構成する第1の開口部が形成されると同時に、第2の被覆層をマスクとして第1の被覆層にも上記開口部を構成する第2の開口部が形成される。したがって、開口部の形成に際しては、各被覆層に対して個別にエッチング処理することなく、実質的に第2の被覆層に対する

エッチング処理により開口部を形成することができる。

【0075】好ましい実施の形態においては、上記第1の被覆層は、水溶性またはアルカリ性水溶液に溶解し易い高分子を含む材料により形成されている。

【0076】このようなバンプ形成方法によれば、水またはアルカリ性水溶液を用いて少なくとも第1の被覆層を溶解させれば、第2の被覆層も同時に溶解され、あるいは第2の被覆層が基板から分離されるため、マスク全体を除去できる。

【0077】本発明の第3の側面においては、複数の群に組み分けられる複数の電極パッドを有する基板上に、これらの複数の電極パッドに対応した部位に上記各群毎に容積の異なる開口部を有するマスクを設ける工程と、上記開口部に半田ペーストを充填する工程と、加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法が提供される。

【0078】このようなバンプ形成方法によると、各開口部内に充填される半田ペーストの量が、各電極パッドの群毎に異なったものとなるため、各電極パッド上に形成されるバンプを大きさの異なるものにする事ができ、バンプの高さを各群毎に相違するものとする事も可能となる。

【0079】バンプの高さを各群毎に相違するものとするためには、たとえば複数の電極パッドを、第1の電極パッドの群とこれよりも面積の大きな第2の電極パッドの群とに組み分け、第1の電極パッドに対応して形成された第1の開口部の容積を、第2の電極パッドに対応する第2の開口部の容積よりも小さくすることが考えられる。

【0080】電極パッドに載せられた半田ペーストの量が多いほど大きなバンプが形成され、また被覆層の厚みが均一で、熔融半田が開口部の内面に接触しないとすれば、電極パッドの面積が小さいほどバンプの高さが大きくなる。そのため、開口部と電極パッドとの関係を上記したものとするれば、より確実に異なる高さのバンプを形成することができるようになる。

【0081】被覆層は、たとえば基板上に熔融樹脂を塗布することにより、あるいは基板上に樹脂フィルムを敷設することにより形成される。この被覆層を構成する成分としては、たとえばポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルインプロベニルケトンが挙げられ、これらの成分は単独で使用しても、複数種を併用してもよい。

【0082】本発明の第4の側面においては、複数の第1の電極パッドおよび複数の第2の電極パッドを有する基板上に、上記複数の第1の電極パッドを覆い、上記複数の第2の電極パッドが露出した状態で第1の被覆層を形成する工程と、上記第1の被覆層に対し、上記複数の第1の電極パッドに対応して、複数の第1の開口部を形

成する工程と、上記第1の被覆層と上記複数の第2の電極パッドを覆うようにして第2の被覆層を形成する工程と、上記第2の被覆層に対し、上記複数の第2の電極パッドに対応して複数の第2の開口部を形成し、上記複数の第1の開口部に対応して複数の第3の開口部を形成する工程と、上記複数の第1の開口部、上記複数の第2の開口部、および上記複数の第3の開口部内に半田ペーストを充填する工程と、加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、上記第2の被覆層を除去する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法が提供される。

【0083】このようなバンプ形成方法では、第1の電極パッドが形成された領域と、第2の電極パッドが形成された領域とではマスクの厚みが異なったものとなっている。したがって、第1の電極パッドに形成されるバンプと第2の電極パッド上に形成されるバンプとでは、その高さを異なるものとする事ができるようになる。

【0084】第2の開口部と第3の開口部とで、その内部に充填される半田ペーストの量を顕著に異ならしめて第1の電極パッド上のバンプと第2の電極パッド上のそれとで、その高さを確実に異ならしめるべく、第3の開口部の面積を、第2の開口部のそれよりも大きくするのが好ましい。

【0085】また、第3の開口部を第1の開口部よりも大きな開口面積を有するように形成するとともに、第2の被覆層のみを選択的に除去して第1の被覆層は基板上に設けたまま残してもよい。

【0086】そうすれば、バンプの形成後においても第1の被覆層が残されているから、第1の電極パッド上には、第1の被覆層に底上げされた格好で第1の被覆層から、たとえば球状部分が突出したバンプが形成される一方、第2の電極パッド上には、たとえば直接的に球状のバンプが形成される。このため、第1の電極パッド上のバンプと第2の電極パッド上のバンプとでは、その高さを確実に相違させることができるようになる。

【0087】第1の被覆層および第2の被覆層は、たとえば基板上に熔融樹脂を塗布することにより、あるいは基板上に樹脂フィルムを敷設することにより形成される。

【0088】第1の被覆層は、たとえばエポキシアクリレート、エポキシ、およびポリイミドなどをベース樹脂とした絶縁性の高い樹脂により構成することができる。

【0089】第2の被覆層は、たとえばポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルインプロベニルケトンなどをベース樹脂とした絶縁性の高い樹脂により構成することができる。

【0090】本発明の第5の側面においては、基板に設けられた電極パッド上にバンプを形成する方法であって、基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、少なくとも上記基板を覆うようにして被覆層を形成する工程

と、上記被覆層における上記電極パッドに対応する部分に開口部を形成する工程と、上記基板上における上記被覆層の高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を上記基板の周囲を囲むようにして設ける工程と、上記被覆層または上記スキージング用補助手段上に金属ペースト（半田ペーストを含む）または金属粉を準備する工程と、スキージの移動により上記金属ペーストまたは金属粉を上記開口部内に落とし込む工程と、上記金属ペーストまたは金属粉を加熱溶融・固化させて上記電極パッド上に一体化させる工程と、上記スキージング用補助手段を取り除く工程と、を含むことを特徴とする、バンプ形成方法が提供される。

【0091】なお、このバンプ形成方法においては、上記した各工程を含んでいればよく、必ずしも上記した順序で各工程を行う必要はない。たとえば、基板上に被覆層形成した後開口部を形成し、それから基板支持体上に基板を支持させて半田ペーストを開口部に充填してもよい。

【0092】このようなバンプ形成方法では、スキージング補助手段を設けることにより、基板上における被覆層の高さ位置と、基板の周囲との高さ位置との差が緩和される。このため、被覆層上ばかりでなく、スキージング補助手段をも利用して金属粉や金属ペーストを移動させることができるようになり、幅寸法が一様でない基板にバンプを形成する場合でも、確実に個々の開口部内に金属粉などを充填することができるようになる。

【0093】上記した効果をより確実に享受するためには、スキージング用補助手段と、被覆層とは、面一または略面一とするのが好ましいが、スキージの移動を損なわない範囲で、それらの高さに多少の相違があってもかまわない。

【0094】スキージング用補助手段は、たとえば基板の周囲を囲むようにして樹脂層を形成することにより、あるいは基板の形状に対応した開口を有する平板などを基板の周囲を囲むように配置することにより設けられる。また、スキージング補助手段は、被覆層に設けられた全ての開口部を露出させることができる開口を有していればよく、スキージの移動を損なわない限りは、開口の周縁部が被覆層上に覆いかぶさり、スキージング補助手段の表面が被覆層の表面よりも高位となるようにスキージング補助手段を設けてもよい。

【0095】一方、基板支持体は、基板の少なくとも一部を收容可能な凹部を有するものを使用するのが好ましい。そうすれば、基板支持体に対して基板が移動することが抑制されるため、スキージの移動をスムーズに行うことができる。

【0096】上述した本発明の第1から第5の側面のいずれにおいても、加熱処理された半田ペーストから形成された上記バンプにフラックスを塗布し、再び加熱処理

を行ってバンプの形を整える工程をさらに備えているのが好ましい。

【0097】フラックスとしては、たとえばポリペールとヘキシレングリコールを含むものが使用される。

【0098】上述した本発明の第1から第5の側面のいずれにおいても、上記開口部の面積は、これに対応する電極パッドの面積の2.5倍以下とするのが好ましい。そうすれば、半田溶融時に電極パッド上に確実に溶融半田を寄り集めることができ、球状の良好な半田を形成することができるようになる。

【0099】本発明の第6の側面においては、基板と、この基板の同一表面上に形成された複数の第1の電極パッドおよび複数の第2電極パッドと、上記第1の電極パッド上に形成された第1のバンプと、上記第2の電極パッド上に形成された第2のバンプと、を備え、上記第1の電極パッドの面積は、上記第2の電極パッドの面積よりも小さく、上記第1のバンプの頂点の位置が上記第2のバンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品が提供される。

【0100】本発明の第7の側面においては、基板と、この基板の同一表面上に形成された複数の第1電極パッドおよび複数の第2電極パッドと、上記第1の電極パッドの形成領域に形成され、上記第1の電極パッドの各々に対応した開口部を有する被覆層と、上記開口部を介して上記第1の電極パッドと導通するとともに上記被覆層から球状部が突出する第1のバンプと、上記第2電極パッド上に球状部が直接的に形成された第2のバンプと、を備え、上記第1のバンプの頂点の位置が上記第2のバンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品が提供される。

【0101】被覆層は、たとえばエポキシアクリレート、エポキシ、およびポリイミドなどをベース樹脂とした絶縁性の高い樹脂により構成することができる。

【0102】上述した本発明の第6および第7の側面に記載した電子部品の好ましい実施の形態においては、上記第2のバンプを介して実装対象物が上記基板上に搭載されており、上記第1のバンプの高さが、電子部品の高さの1.2倍以上の高さとされている。

【0103】この構成では、たとえば基板との間に実装対象物を介在した状態で、第1のバンプを介して追加の実装対象物を基板上に搭載することができ、また第1のバンプを介して基板を他の基板に実装することができる。このよう構成を採用できれば、基板に電子部品を実装する際の実装効率を高めることができ、また複数の半導体チップなどからなる電子部品の小型化を達成することができる。

【0104】本発明の第6および第7の側面においては、大きさの異なる2種類のバンプを有する電子部品について、また本発明の第1から第4の側面においては必要に応じて大きさの異なる2種類のバンプの形成方法につい

て説明した。しかしながら、本発明は、大きさの異なる 3 種類以上のバンプを形成する場合において、任意の 2 つのバンプに大小関係を持たせる場合に適用可能であり、必ずしも大きさの異なる 2 種類のバンプを形成する場合にのみ適用されるものではない。

【0105】本発明の第 8 の側面においては、半田粉末と、溶剤とを含む半田ペーストであって、上記溶剤は、上記半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第 1 の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第 2 の溶剤と、を含むことを特徴とする、半田ペーストが提供される。

【0106】このような半田ペーストは、半田バンプの形成に好適に使用することができる。本発明の第 1 の側面においても、好ましい実施の形態においては本発明の第 8 の側面に記載した半田ペーストと同様の半田ペーストを使用するのは上述した通りである。したがって、本発明の第 8 の側面の半田ペーストを半田バンプの形成に使用した場合には、本発明の第 1 の側面において同様の半田ペーストを使用した場合と同様な効果を楽しむことができる。

【0107】すなわち、半田熔融時には第 1 の溶剤が既に気化しているから、半田が熔融し始めた後に溶剤の気化熱として半田から奪われる熱量が低減され、未熔融の半田粉末が残存してしまうといった不都合が抑制されるといった効果を楽しむことができる。半田熔融後においても、第 2 の溶剤の一定量が残存するため、ロジンなどの樹脂分の流動性を維持し、また活性剤が溶剤の気化に伴って持ち去られることを回避して、活性剤を半田の隅々にまで行き渡らせて活性剤を有効に作用させることができる。その結果、大きさにバラツキない良好な球状の半田バンプを形成することができるといった効果を楽しむことができる。

【0108】このような効果をより確実に享受するためには、第 1 の溶剤としては、半田粉末の融点よりも 5 ～ 50℃低いものを使用するのが好ましく、第 2 の溶剤としては、半田粉末の融点よりも 5 ～ 50℃高いものを使用するのが好ましい。同様な理由から、半田ペースト中の第 1 の溶剤の含有量を 2 ～ 6 重量%、第 2 の溶剤の含有量を 2 ～ 6 重量%とするのが好ましい。

【0109】使用すべき第 1 の溶剤および第 2 の溶剤の種類は、使用される半田粉末の種類（融点）により決定されるものであり、本発明の第 8 の側面においても、本発明の第 1 の側面において例示したもの（表 1 参照）を使用するのが好ましい。

【0110】本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

【0111】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態を図面を参照して具体的に説明する。

【0112】まず、本発明の第 1 の実施の形態に係るバ

ンプ形成方法について、図 1 ないし図 5 を参照して具体的に説明する。図 1 (a) ～ (e) は基板上にマスクを形成する工程を説明するための断面図、図 2 (a) および (b) は基板の周りにスキージング補助手段を設ける工程を説明するための断面図および平面図、図 3

(a), (b) および図 4 (a), (b) は印刷工程を説明するための断面図および平面図、図 5 (a) ～

(d) は最終的なバンプ形成工程を説明するための断面図である。なお、第 1 の実施の形態では、円形状の基板にバンプを形成する方法について説明するものとする。

【0113】第 1 の実施の形態に係るバンプ形成方法は、マスクを形成する工程、スキージング補助手段を設ける工程、印刷工程、および最終的にバンプを形成する工程に大別される。

【0114】マスクを形成する工程は、図 1 (a) に示す基板 1 の位置決め、図 1 (b) に示す第 1 の被覆層 2 1 の形成、図 1 (c) に示す第 2 の被覆層 2 2 の形成、および図 1 (d) および (e) に示す開口部 2 3 の形成の各作業からなる。

【0115】基板 1 の位置決めは、図 1 (a) に示したように基板支持体 4 の凹部 4 0 内に、基板 1 を収容することにより行われる。凹部 4 0 は、基板 1 の平面視面積に対応した開口面積を有するとともに、基板 1 の厚みよりも小さな深さを有している。このため、凹部 4 0 内には、基板 1 はその下部位置のみが収容されて位置決めされ、基板 1 の移動が阻害される。

【0116】このような手法による基板 1 の位置決めでは、基板 1 を基板支持体 4 に固定するために接着剤などを使用する必要がなく、作業性が改善される。なお、基板 1 には、複数の電極パッド 1 0 が設けられている。

【0117】第 1 の被覆層 2 1 の形成は、水溶性の高い高分子であるポリビニルアルコールやポリアクリル酸などの溶液を、スピンコートやスクリーン印刷などの公知の手法により塗布した後に、加熱乾燥させることにより行われる（図 1 (b) 参照）。第 1 の被覆層 2 1 の厚みは、たとえば 0.01 ～ 10 μm 程度に設定される。

【0118】第 2 の被覆層 2 2 の形成は、光重合性あるいは光分解性（感光性）の高い材料を含んだ樹脂フィルムを、第 1 の被覆層 2 1 上に熱圧着することにより行われる（図 1 (c) 参照）。樹脂フィルムとしては、たとえば光照射部分が重合するネガ型と構成されたもの、すなわちアクリレート酸エステルやメタクリル酸エステルなどに光重合開始剤を混合させたものが使用される。第 2 の被覆層 2 2 の厚みは、第 1 の被覆層 2 1 の厚みや形成すべきバンプの高さに応じて設定されるが、たとえば高さが 75 μm のバンプを形成する場合には、その厚みは 20 ～ 60 μm 程度とされる。

【0119】開口部 2 3 の形成は、図 1 (d) および (e) に示したように第 2 の被覆層 2 2 に対して第 2 の開口部 2 2 a を形成すると同時に、第 1 の被覆層 2 1 に

対しても同時に第1の開口部21aを形成することにより行われる。

【0120】第2の開口部22aの形成に際しては、たとえば第2の被覆層22をネガ型の樹脂を用いて形成する場合には、まず図1(d)に示したように電極パッド10に対応する部分が光不透過部50とされたフォトマスク5を配置した状態で光を照射する。その後、図1

(e)に示したように、フォトマスク5を取り去り、テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド水溶液などのエッチング液により光照射されなかった部分(非重合部)を除去することにより第2の開口部22aが形成される。このとき、第2の開口部22aが形成された第2の被覆層22は、第1の被覆層21に対してはマスクとして機能する。そして、第1の被覆層21を水溶性の高い高分子材料により形成しておけば、上記エッチング液(水溶液)によって第1の被覆層21についても、電極パッド10に対応する部分のみが選択的に除去されて第1の開口部21が形成される。このようにして第1および第2の被覆層21、22に開口部23(21a、22a)が形成され、電極パッド10を露出した状態で基板1を覆うマスク2が形成される。

【0121】なお、開口部23の開口面積は、電極パッド10の面積の2.5倍以下とするのが好ましい。

【0122】スキージング補助手段を設ける工程は、図2(a)および(b)に示したように中央部に開口部60が形成された矩形枠状の平板6を、基板1の周囲を囲むようにして配置することにより行われる。平板6は、たとえばテフロン(登録商標)などの樹脂やステンレスなどの金属により全体が形成されている。そして、平板6の開口部60は、基板1の平面視面積に略対応した開口面積を有しており、平板6の厚みは、基板1上の第2の被覆層22の高さ位置と、基板1周りにおける第2の被覆層22の高さ位置との差に略対応している。このため、平板6を配置した状態では、基板1の周りにおける第2の被覆層22の高さ位置が、基板1上における第2の被覆層22の高さ位置と同一または略同一とされている。その結果、基板1上の第2の被覆層22上ばかりでなく、スキージング補助手段6上をもスキージSや半田ペーストPなどを移動させることができる(図3および図4参照)。

【0123】もちろん、スキージSの移動を損なわない範囲においては、スキージング補助手段6と第2の被覆層22との高さ位置に相違があってもかまわない。この場合、スキージング補助手段6よりも第2の被覆層22の高さ位置のほうが、たとえば200μm程度低くてもよい。

【0124】印刷工程は、図3(a)、(b)および図4(a)、(b)に示したようにスキージSにより半田ペーストPを移動させ、半田ペーストPを開口部23内に充填することにより行われる。

【0125】まず、図3(a)および(b)に示したように、スキージング補助手段6の一辺に沿うようにして、スキージング補助手段6上ないし第2の被覆層22上に半田ペーストPを準備する。このとき、準備する半田ペーストPの領域長さLは、基板1の最大幅寸法Wよりも長くなるように準備しておくのが好ましい。本実施形態では、第2の被覆層22と同一または略同一高さとなるようにスキージング補助手段6が設けられているため、スキージング補助手段6をも利用して半田ペーストPを準備しておくことができる。これにより、基板1の幅が一様でない場合であっても、基板1の最大幅寸法Wよりも長くなるように半田ペーストPを準備しておくことができるようになる。この場合には、スキージSとしては、その長さ寸法が基板1の最大幅寸法Wよりも長いものが使用される。

【0126】このような印刷工程で使用される半田ペーストPとしては、半田粉末とフラックスビヒクルとを含むものが使用され、好ましくは粘度が100~400Pa・sのものが使用される。

【0127】半田としては、Sn、Pb、Bi、Zn、Cu、Cd、Sbなどを成分としたものが使用でき、代表的には63%Sn-Pb、Sn-3.5%Ag、5%Sn-Pbなどが使用される。

【0128】半田粉末としては、たとえばマスク2の厚み以上で、この厚みの1.5倍以下の粒径を有する粒子の割合が10重量%以下であるものが使用される。好ましくは、半田粉末としては、開口部23の開口径の40%以上の粒径を有する粒子の割合が10重量%以下のものが使用され、さらに好ましくは、マスク2の厚みの40~100%の粒径を有する粒子の割合が30重量%以上であるものが使用される。

【0129】フラックスビヒクルは、ロジン、活性剤、および溶剤を含むものが使用され、好ましくは、ハロゲン元素およびアルカリ金属元素の合計含有量が100ppm以下のものが使用される。

【0130】ロジンとしては、たとえば重合ロジン、水素添加ロジン、エステル化ロジンなどを用いることができる。半田ペーストPにおけるロジンの含有量は、たとえば2~6重量%とされる。

【0131】活性剤としては、セバシン酸、コハク酸、アジピン酸、グルタン酸、トリエタノールアミン、モノエタノールアミンなどの有機酸または有機アミンを用いることができる。半田ペーストPにおける活性剤の含有量は、たとえば0.01~2重量%とされる。

【0132】溶剤としては、半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤と、を含むものを使用するのが好ましい。さらに好ましくは、第1の溶剤としては、半田粉末の融点よりも5~50℃低い沸点を有するもの、第2の溶剤としては、半田粉末の融点よりも5~

50℃高い沸点を有するものが使用される。半田ペーストPにおける第1の溶剤および第2の溶剤の含有量は、それぞれ2～6重量%程度とされる。

【0133】次いで、図4(a)および(b)に示したように半田ペーストPを覆うようにしてスキージSを配置し、このスキージSをスキージング補助手段6および第2の被覆層22上に接するようにして移動させる。この過程においては、スキージSの長さおよび半田ペーストPの準備領域の長さLが基板1の最大幅Wよりも長いことから、全ての開口部23上をスキージSおよび半田ペーストPが移動し、全ての開口部23内に半田ペーストP'が落とし込まれる。各開口部23内への半田ペーストPの充填を確実にしめるべく、先の移動経路とは反対にスキージSを移動させてもよい。

【0134】本実施形態で使用される半田ペーストPは、マスク2の厚みとの関係で、当該厚みと比較して相対的に粒径の大きな半田粉末の割合が小さくされている。これにより、スキージSをマスク2上で繰り返して移動させたとしても、一旦開口部23に充填された半田粉末がスキージSによって掻き取られてしまう危険性は少なくなる。

【0135】最終的にパンプを形成する工程は、まず図5(a)に示したようにスキージSおよびスキージング補助手段6を取り除いた後に半田ペーストを加熱処理し、マスク2を除去することにより行われる。

【0136】スキージング補助手段6を取り除く際に、スキージング補助手段6上に開口部23に充填されなかった余剰な半田ペーストPを退避させておけば、スキージング補助手段6と同時に余剰な半田ペーストPを除去することができる。しかも、次に別の基板1に対して半田ペーストPの印刷を行う際に、半田ペーストPを退避させておいたスキージング補助手段6を使用する場合には、当該半田ペーストPを再使用することができる。

【0137】半田ペーストPの加熱処理は、スキージSおよびスキージング補助手段6を除去した印刷後の基板1を、たとえば加熱炉内に搬入することにより行われる。加熱炉内の温度は、使用する半田ペースト(特に半田成分)の種類により決定されるが、概ね250～450℃程度とされる。この加熱処理により、半田ペーストP'が熔融するが、その際の半田の表面張力によって熔融半田は球状となる。そして、熔融半田を冷却して固化させれば、図5(b)に示したように球状のパンプBが電極パッド10に一体化された状態で形成される。

【0138】本実施形態では、半田ペーストPとして半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤とを含むものが使用される。このため、半田熔融時には第1の溶剤が既に気化しているから、半田が熔融し始めた後に溶剤の気化熱として半田から奪われる熱量が低減され、未熔融の半田粉末が残存してしまうといった不都合

が抑制される。半田熔融後においても、第2の溶剤の一定量が残存するため、ロジンなどの樹脂分の流動性を維持し、また活性剤が溶剤の気化に伴って持ち去られることを回避して、活性剤を半田の隅々にまで行き渡らせて活性剤を有効に作用させることができる。その結果、大きさのバラツキの少ない良好な球状の半田パンプを形成することができるようになる。また、上述した通り、開口部23内に一旦充填された半田粉末が、繰り返して行われるスキージングにより掻き取られることもないため、開口部23内への半田ペーストP'の充填量が一定化されて、この点からもパンプの大きさにバラツキが生じにくくなる。

【0139】マスク2の除去は、図5(c)および(d)に示したように第1の被覆層21を水や水溶液などの処理液により溶解除去した後、第2の被覆層22を基板1から剥離することにより行われる。つまり、第2の被覆層22を水に対して溶解しない材料により形成しておけば、図5(c)に示したように第1の被覆層2のみが選択的に除去される。これにより、第2の被覆層3と基板1との間の接着が解かれ、図5(d)に示したように第2の被覆層3を除去することができる。

【0140】もちろん、第2の被覆層3をも溶解し得る水溶液により第1の被覆層2を溶解させれば、その水溶液によって水溶性の第2の被覆層3もまた溶解するため、第1および第2の被覆層2, 3を同時に溶解除去できる。

【0141】基板1からマスク2除去した後は、図5(d)に示したように基板1は基板支持体4から取り外されるが、基板1基板支持体4の凹部40に収容されているだけであるため、基板1は基板支持体4から容易に取り外すことができる。

【0142】本実施形態では、マスク2は、樹脂などにより被覆層21, 22を形成することにより設けたが、マスクとしては、電極パッドに対応した開口部が予め設けられたメタルマスクを使用し、これを基板上に載置することによりマスクを設けてもよい。このようなマスクを使用した場合においても、本実施形態で使用される半田ペーストはマスクの厚みと比較して相対的に粒径の大きな半田粉末の割合が小さくされているから、半田ペーストを開口部内に充填した後にメタルマスクを除去したとしても、その際に開口部の内面に付着した半田ペーストがメタルマスクとともに持ち去られる危険性も少なくなる。このため、メタルマスクを使用したパンプ形成方法においても、パンプの大きさにバラツキが生じにくくなる。

【0143】次に、図6および図7を参照して本発明の第2の実施の形態に係るパンプ形成方法について説明する。図6(a)～(f)は、本発明の第2の実施の形態に係るパンプ形成方法の説明図、図7(a)および(b)は、それぞれ図6(a)および(b)の要部拡大

図である。なお、本実施形態では、後において個々の電子素子となる複数の領域のそれぞれに、電極パッドおよび配線が形成されたウエハ（基板）の状態、各領域に対して一括して半田バンプを形成する場合について説明する。

【0144】本実施形態のバンプ形成方法は、図6

(a) に示すように電極パッド10a、10bを複数の群に組み分け、図6(f) に示すように各群毎に高さの異なるバンプBa、Bbを形成することを目的としている。そのため、マスク2に形成される開口部23a、23bの大きさを、各群毎に異なるものとして形成するが、基本的な工程は先に説明した本発明の第1の実施の形態に係るバンプ形成方法と同様である。具体的には次の通りである。

【0145】図6(a) に示したように、基板1上には、複数の第1の電極パッド10aと複数の第2の電極パッド10bとがそれぞれ複数個ずつ形成されている。これらの電極パッド10a、10bは、図7(a) に示したように、基板1に対してパターン形成された配線（図示略）における端子となるべき部位を露出させるようにして絶縁膜11を形成した後、露出した部位およびその周縁部を覆うようにして金メッキなどを施すことにより形成されている。そのため、各電極パッド10a、10bは、周縁部に対して中央部が窪んだ形状とされている。また、バンプBaとバンプBbとの高さを確実に相違させるべく、第1の電極パッド10aは、第2の電極パッド10bよりも小さな面積で形成しておくのが好ましい。

【0146】このような基板1に対して、図6(b) に示すように、たとえば各電極パッド10a、10bを覆うように感光性及び絶縁性を有する樹脂材料により被覆層2Aを形成する。被覆層2Aは、たとえば上記樹脂材料をフィルム状に成形し、それを基板1上に熱圧着することにより形成される。このようにして形成される被覆層2Aは、図7(b) に示すように絶縁層11に対しては密着する。それに対して、各電極パッド10a、10bが窪んだ形状とされているから、被覆層2Aは各電極パッド10a、10bの中央部に対しては密着せず、若干の空間を隔てた状態とされる。

【0147】なお、被覆層2Aを構成する樹脂材料としては、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルイソプロペニルケトンなどが挙げられる。

【0148】次いで、本発明の第1の実施の形態の場合と同様に、被覆層2Aにおける各電極パッド10a、10bに対応する部位に対して、露光処理および現像処理を施す。これにより、図6(c) に示すように、被覆層2Aに対して各電極パッド10a、10bに対応して開口部23a、23bが形成され、基板1上にマスク2が設けられる。このとき、露光処理に用いるフォトマスク

の各窓部を所定の面積で形成しておくことにより、第1の電極パッド10aに対応する部位に対しては、相対的に開口面積及び容積が大きな第1の開口部23aを形成し、第2の電極パッド10bに対応する部位に対しては、相対的に開口面積及び容積の小さな第2の開口部23bを形成する。

【0149】また、現像処理は、たとえばエッチング処理を用いて、被覆層2Aにおける各開口部23a、23bを形成すべき部位を除去することにより行われる。被覆層2Aが各電極パッド10a、10bの中央部に対して浮いた状態とされていれば、被覆層2Aが適切に除去され、その結果、各開口部23a、23bの形成後に各電極パッド10a、10bの中央部に被覆層2Aが残ってしまうこともない。

【0150】第1および第2の開口部23a、23bを形成した後は、図6(d) に示すように、これらの開口部23a、23bに半田ペーストPa、Pbを充填する。この半田ペーストPa、Pbの充填は、たとえば本発明の第1の実施の形態において説明した印刷工程と同様に形成される。もちろん、半田ペーストPa、Pbとしては、本発明の第1の実施の形態で用いたのと同様なものを使用することができる。

【0151】次に、加熱処理により、各開口部23a、23bに充填されている半田ペーストPa、Pbを加熱して溶融させる。これにより、ハンダペーストPa、Pbに含まれている半田成分以外の溶剤等の成分が揮発消失するとともに、図6(e) に示すように、半田成分がその表面張力によって略球形に寄り集まる。その後の冷却過程においては、そのままの形状で半田が固化し、各電極パッド10a、10bに固着して複数の半田バンプBa、Bbが形成される。このとき、相対的に容積の大きな第1の開口部23aには、相対的に体積が大きくて高い第1のバンプBaが形成され、相対的に容積の小さな開口部23bには、相対的に体積が小さくて低い第2のバンプBbが形成される。

【0152】その後、図6(f) に示すように、基板1からマスク2を剥離し、あるいは適当な溶剤を用いてマスク2を溶解させることにより、基板1からマスク2を除去する。

【0153】このようにして高さの異なる第1のバンプBaと第2のバンプBbが形成された基板（ウエハ）1は、ダイヤモンドカッタなどを用いて個々の電子素子形成領域毎に分割することにより、たとえば図8に示したように中央部に背の低い第2のバンプBbが集められた領域が2カ所設けられ、その他の領域に背の高いバンプBaが設けられた電子素子7とされる。

【0154】図8に示したような電子素子（メインチップ）7には、たとえば図9に示したように他の電子素子（サブチップ）81、82が実装される。これらのサブチップ81、82は、図10(a) に示したように第2

のバンプB bが集められた領域に対応した面積を有し、その表面に配線部（図示略）に導通するとともに、メインチップ7の第2のバンプB bに対応して電極パッド8 1 a, 8 2 aが設けられている。サブチップ8 1, 8 2としては、メモリLSIやアナログ素子などが使用される。

【0155】サブチップ8 1, 8 2の実装は、図10 (b)に示したように各サブチップ8 1, 8 2の電極パッド8 1 a, 8 2 aをメインチップの第2のバンプB bに位置合わせして対向接触させ、その状態で低バンプ1 8を加熱熔融し、その後に冷却することにより行われる。

【0156】サブチップ8 1, 8 2を実装したメインチップ7は、たとえば図11に示したように再配線基板9に実装される。再配線基板9には、配線部（図示略）に導通するとともにメインチップ7の第1のバンプB aに対応して複数の電極パッド9 0が設けられている。このような再配線基板9に対するメインチップ7の実装は、図12 (a)に示すように、まずメインチップ7を反転させて再配線基板9の電極パッド9 0に対してメインチップ7の第1のバンプB aを位置合わせする。

【0157】次いで、図12 (b)に示すようにメインチップ7の第1のバンプB aを再配線基板9の電極パッド9 0に対して各々対向接触させ、その状態で第1のバンプB aを加熱熔融した後に冷却し、再配線基板9にメインチップ7を固定することにより、マルチチップパッケージXが形成される。

【0158】このとき、サブチップ8 1, 8 2は、メインチップ7と再配線基板9との間に収容された格好とされる。このような状態を適切に達成するためには、再配線基板9へのメインチップ7の実装時に第1のバンプB aが変形することを考慮すると、メインチップ7の第1の電極パッド1 0 aからの第1のバンプB aの頂点までの距離は、第1の電極パッド1 0 aからサブチップ8 1, 8 2の外側表面までの距離の1. 2倍以上であることが望ましい。

【0159】次に、図13を参照して本発明の第3の実施の形態に係るバンプ形成方法を説明する。なお、本実施形態では、後において個々の電子素子となる複数の領域のそれぞれに、電極パッドおよび配線が形成されたウエハ（基板）の状態、各領域に対して一括して半田バンプを形成する場合について説明する。

【0160】本実施形態のバンプ形成方法は、図13 (a)に示すように電極パッド1 0 a', 1 0 b'を複数の群に組み分け、図13 (h)に示すように各群毎に高さの異なるバンプB a', B b'を形成することを目的としている。そのため、マスク2の形成方法が先に説明した本発明の第1および第2の実施の形態に係るバンプ形成方法と異なるが、基本的な工程は先に説明した本発明の第1および第2の実施の形態に係るバンプ形成方

法と同様である。具体的には次の通りである。

【0161】図13 (a)に示すように、基板1'上には、複数の第1の電極パッド1 0 a'と複数の第2の電極1 0 b'とがそれぞれ複数個ずつ形成されている。この基板1'に対して、図13 (b)に示すように、各電極パッド1 0 a', 1 0 b'を覆うように絶縁性の第1の被覆層2 1'を形成する。第1の被覆層2 1'は、たとえば絶縁性の樹脂材料により形成されたフィルムを熱圧着することにより形成される。第1の被覆層2 1'を構成する樹脂としては、エポキシアクリレート、エポキシ、ポリイミドなどが挙げられる。

【0162】次いで、図13 (c)に示すように、公知の技術、たとえばフォトリソグラフィにより第1の被覆層2 1'に対して、第1の電極パッド1 0 a'に対応する部位に第1の開口部2 1 a'を形成する。第1の開口部2 1 a'は、その開口面積が第1の電極パッド1 0 a'の面積よりも小さくなるように形成される。第1の開口部2 1 a'の形成と同時に、第1の被覆層2 1'における第2の電極パッド1 0 b'が形成された領域に対応する部位を除去し、第2の電極パッド1 0 b'を露出させる。

【0163】続いて、図13 (d)に示すように、第1の被覆層2 1'および第2の電極パッド1 0 b'を覆うようにして第2の被覆層2 2'を形成する。第2の被覆層2 2'は、第2の実施の形態で形成した被覆層2 A

（図6 (b)参照）と同様の樹脂材料を用いて形成することができる。

【0164】次いで、図13 (e)に示すように、第2の実施の形態と同様の方法により、たとえばフォトリソグラフィにより第2の被覆層2 2'に対して複数の第2および第3の開口部2 2 a', 2 2 b'を形成する。第2の開口部2 2 b'は、第2の電極パッド1 0 b'に対応する部位に、相対的に開口面積および容積の小さなものとして形成される。第3の開口部2 2 a'は、第1の電極パッド1 0 a'に対応する部位に形成され、第1の開口部2 1 a'に連通し、第1および第2の開口部2 1 a', 2 2 b'よりも相対的に開口面積および容積の大きなものとされる。

【0165】このようにして第1の被覆層2 1'および第2の被覆層2 2'を形成し、また第1から第3の開口部2 1 a', 2 2 a', 2 2 b'を形成することにより、マスク2'が形成される。

【0166】続いて、図13 (f)に示すように、第1から第3の開口部2 1 a', 2 2 a', 2 2 b'に半田ペーストP a', P b'を充填する。半田ペーストP a', P b'は、本発明の第1の実施の形態において説明した方法を採用することができる。

【0167】次に、加熱処理により、各開口部2 1 a', 2 2 a', 2 2 b'に充填された半田ペーストP a', P b'を熔融させる。これにより、半田ペースト

P a' , P b' に含まれている半田成分以外の溶剤等の成分が揮発消失する。そして、図 13 (g) に示すように、第 1 の開口部 2 1 a' 内に充填された半田ペースト P a' はその内部に充填されたまま溶融する。第 3 の開口部 2 2 a' 内に充填された半田ペースト P a' は、半田成分がその表面張力によって略球形に寄り集まる。その後の冷却過程においては、そのままの形状が維持され、第 1 の開口部 2 1 a' 内に充填された半田ペースト P a' を介して第 1 の電極パッド 1 0 a' 上に固着されて、第 1 のバンブ B a' とされる。第 2 の開口部 2 2 b' 内に充填された半田ペースト P b' もまた、半田成分がその表面張力によって略球形に寄り集まり、その後の冷却過程において、そのままの形状が維持されて第 2 の電極パッド 1 0 b' 上に固着され、第 2 のバンブ B b' とされる。

【0168】最後に、図 13 (h) に示すように、第 2 の被覆層 2 2' を基板 1' 上から除去することにより、基板 1' における各電極パッド 1 0 a' , 1 0 b' 上にバンブ B a' , B b' が形成される。このとき、第 1 の被覆層 2 1' が除去されずに残存したままとされ、第 1 のバンブ B a' は第 1 の被覆層 2 1' により底上げされた格好で形成される。そして、第 3 の開口部 2 2 a' が第 2 の開口部 2 2 b' よりも容積が大きくされていることにより、第 1 のバンブ B a' の球状の部分が第 2 のバンブ B b' よりも大きくなる。その結果、第 1 のバンブ B a' は、電極パッド 1 0 a' , 1 0 b' からその頂点までの距離が第 2 のバンブ B b' よりも大きくなる。

【0169】このようにして高さの異なる第 1 のバンブ B a' と第 2 のバンブ B b' が形成された基板 (ウエハ) 1' は、第 2 の実施の形態の場合と同様に、たとえばダイヤモンドカッタなどを用いて分割することにより図 14 に示したような個々の電子素子とされる。この電子素子 7' は、図 8 に示したような第 2 の実施の形態の電子素子 7 と同様に、図 14 に良く表れているように中央部に背の低い第 2 のバンブ B b' が集められ、その他の領域に背の高いバンブ B a' が設けられている。

【0170】この電子素子 (メインチップ) 7' は、本発明の第 2 の実施の形態の場合と同様に、高密度化が図られたマルチチップパッケージ X' を構成することができる。

【0171】この場合、まず、図 14 (a) および (b) に示したように、電子素子 (メインチップ) 7' に他の電子素子 (サブチップ) 8' が実装される。このサブチップ 8' としては、メモリ L S I やアナログ素子などが使用される。サブチップ 8' の実装は、サブチップ 8' に設けられた電極パッド 8 0' をメインチップ 7' の第 2 のバンブ B b' に位置合わせして対向接触させ、その状態で第 2 のバンブ B b' を加熱溶融し、その後に冷却することにより行われる。

【0172】サブチップ 8' を実装したメインチップ

7' は、たとえば図 14 (c) および (d) に示したように、再配線基板 9' に実装される。再配線基板 9' に対するメインチップ 7' の実装は、図 14 (c) に示すように、まずメインチップ 7' を反転させて再配線基板 9' の電極パッド 9 0' に対してメインチップ 7' の第 1 のバンブ B a' を位置合わせする。次いで、図 14 (d) に示すように、メインチップ 7' の第 1 のバンブ B a' を再配線基板 9' の電極パッド 9 0' に対して各々対向接触させ、その状態で第 1 のバンブ B a' を加熱溶融した後に冷却し、再配線基板 9' にメインチップ 7' を固定することにより、マルチチップパッケージ X' が形成される。

【0173】このとき、サブチップ 8' は、メインチップ 7' と再配線基板 9' との間に收容された格好とされる。このような状態を適切に達成するためには、再配線基板 9' へのメインチップ 7' の実装時に第 1 のバンブ B a' が変形することを考慮すると、メインチップ 7' の第 1 の電極パッド 1 0 a' からの第 1 のバンブ B a' の頂点までの距離は、第 1 の電極パッド 1 0 a' からサブチップ 8' の外側表面までの距離の 1. 2 倍以上であることが望ましい。

【0174】次に、図 15 ないし図 17 を参照して本発明の第 4 の実施の形態に係る半導体チップ (電子部品) 7'' およびこれを用いたマルチチップパッケージ X'' について説明する。

【0175】図 15 に示したように、半導体チップ 7'' のチップ基板の表面には、相対的に面積の小さな第 1 の電極パッド 1 0 a''、相対的に面積の大きな第 2 の電極パッド 1 0 b''、およびこれらに導通する配線部 (図示せず) が形成されている。第 1 および第 2 の電極パッド 1 0 a''、1 0 b'' には、各々、相対的に大きな第 1 のバンブ B a'' および相対的に小さい第 2 のバンブ B b'' が接合形成されている。

【0176】半導体チップ 7'' は、第 2 の実施の形態に係るバンブ形成方法と同一の工程を経て得ることができるが、構造上、第 1 の電極パッド 1 0 a'' と第 2 の電極パッド 1 0 b'' とで面積に差異がある点で相違する。

【0177】本発明の第 2 の実施の形態に係るバンブ形成方法では、第 1 の電極パッド 1 0 a'' には、第 2 の電極パッド 1 0 b'' 上よりも、より多量の半田ペーストが載せられる (図 6 (d) 参照)。そのため、当該バンブ形成方法を採用することによって、第 1 の電極パッド 1 0 a'' 上に相対的に高い第 1 のバンブ B a'' が形成され、第 2 の電極パッド 1 0 b'' 上には相対的に低い第 2 のバンブ B b'' が形成される。

【0178】また、第 1 の電極パッド 1 0 a'' の面積が相対的に小さいため、第 1 のバンブ B a'' と第 1 の電極パッド 1 0 a'' との接合面積が小さくなるため、第 1 のバンブ B a'' の形状は球形に近くなる。一方、第 2 の電極パッド 1 0 b'' の面積が相対的に大きいため、第 2 の

10

20

30

40

50

パンプB b"と第2の電極パッド10 b"との接合面積が大きくなるため、第2のパンプB b"は、球の一部が比較的大きく欠如した形状となる。このことは、各電極パッド上に同量の半田ペーストを載せた場合には、電極パッドの面積が小さいほうが高いパンプを形成できることを意味している。したがって、本実施形態の半導体チップ7"のように、電極パッド10 a"、10 b"の面積に差異を設けることによって、第1および第2のパンプB a"、B b"の高さの差異を有意に確保することができるようになる。

【0179】図16は、図15に示した半導体チップ7"に、サブチップ8 1"、8 2"を搭載した状態における断面図である。サブチップ8 1"、8 2"は、たとえばメモリLSIやアナログ素子であり、半導体チップ7"の第2のパンプB b"に対応する電極パッド8 1 a"、8 2 a"およびこれに導通する配線部（図示せず）が形成された構造を有する。サブチップ8 1"、8 2"の電極パッド8 1 a"、8 2 a"は、第2のパンプB b"を介して、半導体チップ7"の第2の電極パッド10 b"と導通している。そして、当該半導体チップ7"を他の実装対象物へ搭載するときに第1のパンプB a"が変形することを考慮すると、第1の電極パッド10 a"から第1のパンプB a"の頂点までの距離は、第2の電極パッド10 b"からサブチップ8 1"、8 2"の外表面までの距離の1.2倍以上であることが望ましい。

【0180】図17は、サブチップ8 1"、8 2"を搭載した上述の半導体チップ7"を、再配線基板9"に搭載することにより構成したマルチチップパッケージ（電子部品）X"を示す断面図である。再配線基板9"には、半導体チップ7"の第1のパンプB a"に対応する電極パッド9 0"およびこれに導通する配線部（図示せず）が形成された構造を有する。再配線基板9"の電極パッド9 0"が、第1のパンプB a"を介して、半導体

チップ7"の第1の電極パッド10 a"と導通している。第2のパンプB b"を介して半導体チップ7"に搭載されているサブチップ8 1"、8 2"は、半導体チップ7"と、再配線基板9"との間に収容されており、マルチチップパッケージX"の高密度化が図られている。

【0181】

【実施例】以下、実施例により本発明を説明する。

【0182】実施例1～7および比較例1～4においては、半田ペースト中の半田粉末の粒径と、形成されるパンプ高さのバラツキとの関係を考察する。

【0183】〔実施例1～7〕ロジンとしてポリペールを45g、溶剤として2-メチル-2,4ペンタジオールを20gおよびジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10g、チクソ剤として硬化ヒマシ油を5g用い、これらを混合してフラックスビヒクルを調製した。当該フラックスビヒクルと、表2に示す粒度分布を有するSn-3.5%A g半田粉末とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田パンプを形成した。

【0184】150μmのピッチで1万個の電極パッド（70×70μm）が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、厚さ50μmのアクリレート膜を形成し、露光・現像により電極パッドに対応する部位に直径125μmの開口部を形成してマスクとした。この開口部に、上記した半田ペーストを充填し、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを溶融させるとともに、半田を一体化させてパンプを形成した。そのときの平均パンプの高さおよびバラツキを表2に示した。表2においては、バラツキは標準偏差により示した。

【0185】

【表2】

粒径 (μm)	粉末1	粉末2	粉末3	粉末4	粉末5	粉末6	粉末7
>75	0	0	0	0	0	0	0
50~75	0	10	8	5	8	8	8
20~50	30	30	30	30	50	70	90
<20	70	60	62	65	42	22	2
平均粒径 (μm)	16.0	21.0	20.0	19.0	23.0	26.0	28.0
粘度 (Pa・s)	180	195	200	220	210	190	175
平均パンプ高さ	71.8	72.1	72.3	72.6	70.6	70.5	70.1
バラツキ	1.5	1.5	1.7	1.8	1.6	1.8	1.9

【0186】〔比較例1～4〕ロジンとしてポリペールを45g、溶剤として2-メチル-2,4ペンタジオールを20gおよびジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10g、チクソ剤として硬化ヒマシ油を5g用い、これ

らを混合してフラックスビヒクルを調製した。当該フラックスビヒクルと、表3に示す粒度分布を有するSn-3.5%A g半田粉末とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田パンプを形成した。

【0187】150 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、厚さ50 μ mのアクリレート膜を形成し、露光・現像により電極パッドに対応する部位に直径125 μ mの開口部を形成してマスクとした。この開口部に、上記した半田ペーストを充填し、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを熔融させる

粒径 (μ m)	粉末8	粉末9	粉末10	粉末11
>75	1	0	0	5
50~75	1	0	0	10
20~50	25	20	0	30
<20	70	80	100	55
平均粒径 (μ m)	17.0	14.5	12.5	21.5
粘度 (Pa \cdot s)	240	250	260	190
平均パンプ高さ	71.5	71.8	72.0	69.8
バラツキ	3.3	3.4	3.6	4.2

【0189】表2および表3から分かるように、半田粉末としては、マスクの厚み以上で、マスクの厚みの1.5倍以下の粒子径(50~75 μ m)を有する粒子の割合が10重量%以下、開口部の開口径の40%以上の粒子径(>50 μ m)を有する粒子の割合が10重量%以下、マスクの厚みの40~100%の粒子径(20~50 μ m)を有する粒子の割合が30重量%以上のものを使用するのが好ましい。

【0190】実施例8~11および比較例5~8においては、半田ペーストに使用される溶剤の種類と形成されるパンプの高さのバラツキについて考察する。

【0191】〔実施例8〕ロジンとしてポリペールを50g、第1の溶剤として2-メチル-2,4ペンタジオールを20g、第2の溶剤としてジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10g用い、これらを混合してフラックスビヒクルを調製した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が16 μ mであるSn-3.5%A g半田粉末(表2の粉末1)とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田パンプを形成した。

【0192】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田パンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを熔融させるとともに、半田を一体化させてパンプを形成した。

とともに、半田を一体化させ、パンプを形成した。そのときの平均パンプの高さおよびバラツキを表3に示した。表3においては、バラツキは標準偏差により示した。

【0188】

【表3】

【0193】このように形成されたパンプは、高さが約80 μ mであり、最大高さとの差(以下「バラツキ」と記載する。)は1.2 μ mという高精度なパンプであった。また、パンプ形成後のパンプ内のハロゲン元素及びアルカリ金属元素の残渣は10ppm以下であり、半導体素子に対する影響は見られなかった。

【0194】〔実施例9〕ロジンとしてポリペールを55g、第1の溶剤として2-メチル-2,4ペンタジオールを15g、第2の溶剤としてジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるコハク酸を10g用いて、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が16 μ mであるSn-3.5%A g半田粉末(表2の粉末1)とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田パンプを形成した。

【0195】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田パンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを熔融させるとともに、半田を一体化させてパンプを形成した。

【0196】このように形成されたパンプは、高さが約78 μ mであり、バラツキは1.3 μ mという高精度なパンプであった。また、パンプ形成後のパンプ内のハロゲン元素及びアルカリ金属元素の残渣は10ppm以下であり、半導体素子に対する影響は見られなかった。

【0197】〔実施例10〕ロジンとしてポリペールを50g、第1の溶剤として2-メチル-2, 4ペンタジオールを20g、第2の溶剤としてジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を5gおよびコハク酸を5g用い、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が16 μ mであるのSn-3. 5%A g半田粉末(表2の粉末1)とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0198】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを熔融させるとともに、半田を一体化させ、バンプを形成した。

【0199】このように形成されたバンプは、高さが約81 μ mであり、バラツキは1. 8 μ mという高精度なバンプであった。また、バンプ形成後のバンプ内のハロゲン元素及びアルカリ金属元素の残渣は10ppm以下であり、半導体素子に対する影響は見られなかった。

【0200】〔実施例11〕ロジンとしてポリペールを45g、第1の溶剤として2-メチル-2, 4ペンタジオールを20g、第2の溶剤としてジエチレングリコールモノブチルエーテルを20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10gおよび有機アミンであるトリエタノールアミンを5g用い、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が16 μ mであるSn-3. 5%A g半田粉末(表2の粉末1)とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0201】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃まで加熱を行うことにより半田ペーストを熔融させるとともに、半田を一体化させてバンプを形成した。

【0202】このように形成されたバンプは、高さが約80 μ mであり、バラツキは1. 4 μ mという高精度なバンプであった。また、バンプ形成後のバンプ内のハロゲン元素及びアルカリ金属元素の残渣は10ppm以下

であり、半導体素子に対する影響は見られなかった。

【0203】〔比較例5〕ロジンとしてポリペールを50g、溶剤として半田粉末の融点よりも低沸点である2-メチル-2, 4ペンタジオールのみを40g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10g用い、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径である16 μ mのSn-3. 5%A g半田粉末(表2の粉末1)とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0204】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃で加熱を行った。

20 【0205】その結果、一部に半田ボールが生じるなどして、熔融時に一体化できない半田が生じた。この結果形成された半田バンプは、高さが平均59 μ mであり、バラツキは9 μ mという精度の悪いものであった。

【0206】〔比較例6〕ロジンとしてポリペールを50g、溶剤として半田粉末の融点よりも低沸点である2-メチル-2, 4ペンタジオールを20gおよびエチレングリコールジブチルエーテルを20g、有機酸としてセバシン酸を10g用いて、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が16 μ mのSn-3. 5%A g半田粉末とを、1:9の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0207】200 μ mのピッチで1万個の電極パッド(ϕ 70 μ m)が設けられた半導体素子形成領域を30個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径160 μ mの開口部を有するメタルマスク(厚さ40 μ m)を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、260℃で加熱を行った。

40 【0208】その結果、一部に半田ボールが生じるなどして、熔融時に一体化できない半田が生じた。この結果形成された半田バンプは、高さが平均50 μ mであり、バラツキは12 μ mという精度の悪いものであった。

【0209】〔比較例7〕ロジンとしてポリペールを50g、溶剤として半田粉末の融点よりも高沸点であるジエチレングリコールモノブチルエーテル40g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を10g用い、これらを

混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が $16\mu\text{m}$ である Sn-3.5%Ag 半田粉末 (表 2 の粉末 1) とを、1:9 重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0210】 $200\mu\text{m}$ のピッチで 1 万個の電極パッド ($\phi 70\mu\text{m}$) が設けられた半導体素子形成領域を 30 個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径 $160\mu\text{m}$ の開口部を有するメタルマスク (厚さ $40\mu\text{m}$) を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、 260°C で加熱を行った。

【0211】その結果、未熔融のため一体化しない半田粉末がバンプ表面上に残り、所望のバンプを形成することができなかった。

【0212】〔比較例 8〕ロジンとしてポリペールを 50g、溶剤として半田粉末の融点よりも高沸点であるジエチレングリコールモノブチルエーテルを 20g および 1,5-ペンタンジオールを 20g、活性剤として有機酸であるセバシン酸を 10g 用い、これらを混合してフラックスビヒクルを用意した。当該フラックスビヒクルと、平均粒径が $16\mu\text{m}$ である Sn-3.5%Ag 半田粉末 (表 2 の粉末 1) とを、1:9 の重量割合で混練して半田ペーストを作成した。この半田ペーストを用いて以下のように半田バンプを形成した。

【0213】 $200\mu\text{m}$ のピッチで 1 万個の電極パッド ($\phi 70\mu\text{m}$) が設けられた半導体素子形成領域を 30 個有するウェハに対して、メタルマスク印刷法により半田バンプを形成した。まず、当該半導体素子の電極パッドに対応する位置に直径 $160\mu\text{m}$ の開口部を有するメタルマスク (厚さ $40\mu\text{m}$) を予め当該半導体素子に位置合わせを行った後に載置し、上述の半田ペーストを当該ウェハの電極パッド上に印刷した。次に、 260°C で加熱を行った。

【0214】その結果、未熔融のため一体化しない半田粉末がバンプ表面上に残り、所望のバンプを形成することができなかった。

【0215】実施例 12~20 においては、先に説明した第 1 の実施の形態に係るバンプ形成方法について考察する。

【0216】〔実施例 12〕本実施例では、次の方法によりバンプの形成を試みた。まず、 $150\mu\text{m}$ のピッチで 1 万個の電極パッド ($\phi 70\mu\text{m}$) が設けられた半導体素子形成領域を 30 個有する厚さ 0.6mm 、直径 6 インチ (約 15.3cm) のシリコンウェハ上に、5.0 重量%のポリビニルアルコールを含む水溶液をスピンコート法により塗布した後に、約 110°C で 30 分間加熱して厚さが約 $0.1\mu\text{m}$ の第 1 の被覆層を形成した。

次いで、厚さ $50\mu\text{m}$ の感光性アクリレート樹脂フィルム (商品名: NIT-250; ニチゴーモートン社製) を 105°C 、 $3.5\text{kg}/\text{mm}^2$ で熱圧着して第 2 の被覆層を形成した。

【0217】この第 2 の被覆層を、電極パッドに対応する部位に光不透過部が形成されたマスクを介して露光して、光が照射された領域を重合させた。露光後の第 2 の被覆層を、2.3 体積%のテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイドを含む水溶液 (エッチング液) により現像し、光が照射されなかった部分を除去して直径 $125\mu\text{m}$ の開口部とした。このとき、先のエッチング液が水溶液とされ、第 1 の被覆層が水溶性の樹脂により形成されているから、第 1 の被覆層における電極パッドに対応する部分も同時に除去され、第 1 の被覆層にも開口部が形成されて電極パッドが露出する。

【0218】その後、印刷法により第 1 の被覆層および第 2 の被覆層の開口部内に平均粒子径が $16\mu\text{m}$ である Sn-3.5%Ag 半田粉末 (表 2 の粉末 1) を充填し、 265°C で半田をリフローさせた後に固化させた。次いで、5.0 体積%のモノエタノールアミン水溶液で第 1 および第 2 の被覆層のそれぞれを溶解除去した。その結果、高さ $75\pm 1.5\mu\text{m}$ のバンプが形成された。

【0219】〔実施例 13〕本実施例では、5.0 重量%のポリアクリル酸を含む水溶液をスピンコート法により塗布した後に、約 110°C で 30 分間加熱して厚さが約 $0.1\mu\text{m}$ の第 1 の被覆層を形成した以外は、実施例 12 と同様にしてバンプを形成した。その結果、高さ $75\pm 1.5\mu\text{m}$ のバンプが形成された。

【0220】〔実施例 14〕本実施例では、実施例 12 と同様にして、第 1 および第 2 の被覆層を形成した後に各被覆層に開口部を形成した。その後、開口部内にフラックスを塗布してから平均粒径 $15\mu\text{m}$ である Sn-3.5%Ag 半田粉末 (表 2 の粉末 1) を充填し、当該半田粉末を 265°C でリフローした後に固化させた。そして、5.0 体積%のモノエタノールアミン水溶液で第 1 および第 2 の被覆層のそれぞれを溶解除去した。その結果、高さ $80\pm 2.0\mu\text{m}$ のバンプが形成された。

【0221】〔実施例 15〕本実施例では、実施例 12 と同様にして、第 1 および第 2 の被覆層を形成した後に各被覆層に開口部を形成した。ただし、第 2 の被覆層の厚みを $25\mu\text{m}$ とした。その後、貫通孔内にフラックスを塗布してから、 280°C の熔融半田浴 (Sn-3.5%Ag) に基板を浸漬させた。そして、5.0 体積%のモノエタノールアミン水溶液で第 1 および第 2 の被覆層のそれぞれを溶解除去した。その結果、高さ $75\pm 2.5\mu\text{m}$ のバンプが形成された。

【0222】〔実施例 16〕本実施例では、実施例 15 と同様にして第 1 および第 2 の被覆層を形成した後に各被覆層に開口部を形成した。その後、メッキにより開口部内に半田 (Sn-3.5%Ag) を充填した後にフラ

ックスを塗布し、これを265℃でリフローした後に固化させた。そして、5.0体積%のモノエタノールアミン水溶液で第1および第2の被覆層のそれぞれを溶解除去した。その結果、高さ75±1.0μmのバンプが形成された。

【0223】〔実施例17〕本実施例では、次のようにしてバンプの形成を試みた。まず、テフロン製の基板支持体(200×200×2mm)に、150μmピッチで直径70μmの円形電極が計30万個形成された厚さ0.6mm、直径6インチ(約15.3cm)のシリコンウエハを基板として載置した。

【0224】次いで、感光性アクリレート樹脂フィルム(商品名:NIIT-250;ニチゴモートン社製)を100℃、3.5kg/mm²で熱圧着して被覆層を形成した。この被覆層を、電極パッドに対応する部分に光不透過部が形成されたマスクを介して露光して、光が照射された領域を重合させた。露光後の被覆層を、2.3体積%のテトラメチルアンモニウムハイドロオキシイドを含む水溶液(エッチング液)により現像し、光が照射されなかった部分を除去して直径125μmの開口部を形成してマスクとした。

【0225】その後、シリコンウエハと略同一形状の開口を有する厚さ0.6mmの平板を、基板を囲むようにして配置した。次いで、印刷法により被覆層の開口部内にペースト状の半田(半田粉末として平均粒子径が16μmであるSn-3.5%Ag(表2の粉末1))を充填した後、平板を取り外してから半田ペーストを265℃でリフローした後に固化させた。そして、5.0体積%のモノエタノールアミン水溶液で被覆層を溶解除去した。その結果、高さ75±1.5μmのバンプが形成された。

【0226】〔実施例18〕本実施例では、シリコンウエハの平面視面積に対応した開口を有し、かつ深さが0.45mmの凹部が形成された基板支持体に、凹部内のその下部が収容されるようにしてシリコンウエハを固定した。この状態において、実施例17と同様にして被覆層を形成するとともに、当該被覆層に基板の電極パッドに対応する開口部を形成してマスクとした。

【0227】次いで、シリコンウエハと略同一形状の開口を有する厚さ0.15mmの平板を、基板を囲むようにして配置した。その後、実施例17と同様にして、開口部部内への半田の充填、半田のリフロー・固化、および被覆層の除去を行った。その結果、高さ75±1.5μmのバンプが形成された。

【0228】〔実施例19〕本実施例では、基板支持体としてステンレス製のものを使用した以外は実施例17と同様にしてバンプの形成を試みた。その結果、高さ75±1.5μmのバンプが形成された。

【0229】〔実施例20〕本実施例では、基板支持体としてステンレス製のものを使用した以外は実施例18

と同様にしてバンプの形成を試みた。その結果、高さ75±1.5μmのバンプが形成された。

【0230】実施例21~23においては、本発明の第2の実施の形態に係るバンプ形成方法について考察する。

【0231】〔実施例21〕メインチップとして、再配線基板との導通を図るための第1の電極パッド800個(電極径φ80μm、ピッチ:220μm)およびサブチップとの導通を図るための第2の電極パッド100個×2(電極径φ:110μm、ピッチ:220μm)がチップ基板表面に形成された半導体チップを使用した。

【0232】当該メインチップに対して、第1および第2の電極パッドを覆うように、フィルム状で感光性を示すポリメチルメタクリレート絶縁膜(厚さ:100μm)を敷設し、露光処理および現像処理を施して、当該フィルムにおける各第1の電極パッドに対応する箇所に第1の開口部、各第2の電極パッドに対応する箇所に第2の開口部をそれぞれ形成してマスクとした。第1の開口部の開口径を200μmとし、第2の開口部の開口径を50μmとした。第1および第2の開口部に、平均粒径が16μmであるSn-3.5%Ag半田粉末(表2の粉末1)を55vol%含有する半田ペーストを充填した後、260℃で加熱し、半田ペースト中の半田粉末を溶融し、一体化した。

【0233】次いで、10wt%モノエタノールアミン水溶液を用いて、フィルム状の絶縁膜を化学的に除去した。その後、ロジンとしてポリベールを50wt%および溶剤としてヘキシレングリコールを50wt%含むフラックスをバンプに塗布し、再び260℃で加熱を行い、バンプの形状を整えた。

【0234】その結果、再配線基板導通用の第1の電極パッド上には高さ161μmの第1のバンプが形成され、サブチップ導通用の第2の電極パッド上には高さ30μmの第2のバンプが形成された。

【0235】次いで、電極パッド100個をチップ基板上に有するサブチップとしての半導体チップ(厚さ:100μm)2個を、メインチップの第2のバンプ群、即ち高さ30μmの低いバンプ群(各100個)に、260℃で加熱しながら搭載した。そして、これを反転し、同じく260℃で加熱しながら、第1のバンプ、即ち高さ161μmの高いバンプを介してメインチップを再配線基板上に搭載した。

【0236】その結果、メインチップと再配線基板との間に2個のサブチップを収容しつつ、メインチップと再配線基板との良好な接続を形成することができた。

【0237】〔実施例22〕メインチップとして、再配線基板との導通を図るための第1の電極パッド800個(電極径φ100μm、ピッチ:300μm)およびサブチップとの導通を図るための第2の電極パッド100個×2(電極径φ:80μm、ピッチ:153μm)がチップ

ブ基板表面に形成された半導体チップを使用した。当該メインチップに対して、第1および第2の電極パッドを覆うように、フィルム状で感光性を示すポリメチルメタクリレート絶縁膜（厚さ：50 μ m）を敷設し、露光処理および現像処理を施して、当該フィルムにおける各電極パッドに対応する箇所に第1および第2の開口部を形成した。第1の電極パッド上の第1の開口部の開口径を280 μ mとし、第2の電極パッド上の第2の開口部の開口径を50 μ mとした。

【0238】第1および第2の開口部内に、平均粒径が16 μ mであるSn-3.5%Ag半田粉末（表2の粉末1）を55vol%含有する半田ペーストを充填した後、260℃で加熱し、半田ペースト中の半田粉末を溶解し、一体化した。次いで、10wt%モノエタノールアミン水溶液を用いて、フィルム状の絶縁膜を化学的に除去した。その後、ロジンとしてポリペールを50wt%および溶剤としてヘキシレングリコールを50wt%含むフラックスをバンパに塗布し、再び260℃で加熱を行い、バンパの形状を整えた。

【0239】その結果、再配線基板導通用の第1の電極パッド上には高さ154 μ mのバンパが形成され、サブチップ導通用の第2の電極パッド上には高さ28 μ mのバンパが形成された。

【0240】次いで、電極パッド100個をチップ基板上に有するサブチップとしての半導体チップ（厚さ：100 μ m）2個を、メインチップの第2のバンパ群、すなわち高さ28 μ mの低いバンパ群（各100個）に、260℃で加熱しながら搭載した。そして、これを反転し、同じく260℃で加熱しながら、第1のバンパ、すなわち高さ154 μ mの高いバンパを介してメインチップを再配線基板上に搭載した。

【0241】その結果、メインチップと再配線基板との間に2個のサブチップを収容しつつ、メインチップと再配線基板との良好な接続を形成することができた。

【0242】〔実施例23〕メインチップとして、再配線基板との導通を図るための第1の電極パッド800個（電極径 ϕ 100 μ m、ピッチ：300 μ m）およびサブチップとの導通を図るための第2の電極パッド100個 \times 2（電極径 ϕ ：80 μ m、ピッチ：153 μ m）がチップ基板表面に形成された半導体チップを使用した。

【0243】当該メインチップに対して、電極パッドを覆うように、フィルム状で感光性を示すポリメチルメタクリレート絶縁膜（厚さ：50 μ m）を敷設し、露光処理および現像処理を施して、当該フィルムにおける第1および第2電極パッドに対応する箇所に第1および第2の開口部を形成した。第1の電極パッド上の第1の開口部の開口径を280 μ mとし、第2の電極パッドの第1の群（100個）の各電極パッド上の第2-1の開口部の開口径を50 μ mとし、第2の電極パッドの第2の群（100個）の各電極パッド上の第2-2の開口部の開

口径を40 μ mとした。

【0244】次いで、各開口部内に、平均粒径が16 μ mであるSn-3.5%Ag半田粉末（表2の粉末1）を55vol%含有する半田ペーストを充填した後、260℃で加熱し、半田ペースト中の半田粉末を溶解し、一体化した。次いで、10wt%モノエタノールアミン水溶液を用いて、フィルム状の絶縁膜を化学的に除去した。その後、ロジンとしてポリペールを50wt%および溶剤としてヘキシレングリコールを50wt%含むフラックスをバンパに塗布し、再び260℃で加熱を行い、バンパの形状を整えた。

【0245】その結果、再配線基板導通用の第1の電極パッド上には高さ154 μ mの第1のバンパが形成され、サブチップ導通用の第2の電極パッドの第1群および第2群上には、それぞれ高さ28 μ mおよび18 μ mの第2-1および第2-2のバンパが形成された。

【0246】次いで、電極パッド100個をチップ基板上に有するサブチップとしての第1の半導体チップ（厚さ：100 μ m）および第2の半導体チップ（厚さ：105 μ m）を、各々、メインチップの第2-1のバンパ、すなわち高さ28 μ mのバンパ（100個）および第2-2のバンパ、すなわち高さ18 μ mのバンパ（100個）に、260℃で加熱しながら搭載した。そして、これを反転し、同じく260℃で加熱しながら、第1のバンパ、すなわち高さ154 μ mの高いバンパを介してメインチップを再配線基板上に搭載した。

【0247】その結果、メインチップと再配線基板との間に2個のサブチップを収容しつつ、メインチップと再配線基板との良好な接続を形成することができた。

【0248】（付記1）複数の電極パッドが設けられた基板に対して、上記複数の電極パッドに対応して複数の開口部が形成されたマスクを設け、上記複数の電極パッドのそれぞれが露出した状態とする工程と、上記開口部内に半田ペーストを充填する工程と、半田ペーストを加熱処理する工程と、を備えたバンパ形成方法であって、上記半田ペーストは、半田粉末とフラックスビヒクルとを含み、上記半田粉末は、上記マスクの厚み以上でこの厚みの1.5倍以下の粒径を有するものの割合が10重量%以下であることを特徴とする、バンパ形成方法。

（付記2）上記半田粉末は、上記開口部の開口径の40%以上の粒径を有するものの割合が10重量%以下である、付記1に記載のバンパ形成方法。

（付記3）上記半田粉末は、上記マスクの厚みの40～100%の粒径を有するものの割合が30重量%以上である、付記1または2に記載のバンパ形成方法。

（付記4）上記半田粉末の平均粒径は、5～20 μ mである、付記1ないし3のいずれか1つに記載のバンパ形成方法。

（付記5）上記フラックスビヒクルは、上記半田粉末

の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤と、を含んでいる、付記1ないし4のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記6) 上記第1の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも5～50℃低く、上記第2の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも5～50℃高い、付記5に記載のバンプ形成方法。

(付記7) 上記半田ペーストにおける上記第1の溶剤の含有量は2～6重量%であり、上記第2の溶剤の含有量は2～6重量%である、付記5または6に記載のバンプ形成方法。

(付記8) 上記フラックスビヒクルは、ハロゲン元素およびアルカリ金属元素の合計含有量が100ppm以下である、付記1ないし7のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記9) 上記フラックスビヒクルは、活性剤をさらに含んでおり、この活性剤は、セバシン酸、コハク酸、アジピン酸、グルタル酸、トリエタノールアミン、およびモノエタノールアミンからなる群より選ばれる少なくとも1種の有機酸または有機アミンを含んでいる、付記1ないし8のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記10) 上記半田ペーストにおける上記活性剤の含有量は、0.01～2重量%である、付記9に記載の半田バンプの形成方法。

(付記11) 上記半田ペーストの粘度は、100～400Pa・sである、付記1ないし10のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記12) 上記マスクは、上記基板上に第1の被覆層を形成するとともに、この第1の被覆層上に第2の被覆層を形成する工程と、上記第1の被覆層および上記第2の被覆層における上記各電極パッドに対応する部位に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記開口部を形成する工程と、を経て上記基板上に設けられ、かつ、上記第1の被覆層は、上記第2の被覆層を現像するためのエッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第2の被覆層の現像と同時に、上記第1の被覆層をエッチング処理する、付記1ないし11のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記13) 上記複数の電極パッドは、複数の群に組み分けられるものであり、上記マスクは、上記複数の電極パッドを覆うように被覆層を形成する工程と、上記被覆層に対し、上記複数の電極パッドの各々に対応して、各群毎に容積の異なる開口部を形成する工程と、を経て形成される、付記1ないし11のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記14) 上記複数の電極パッドは、複数の第1の電極パッドおよび複数の第2の電極パッドを有しているとともに、上記開口部は、第1の開口部、第2の開口部、および第3の開口部を有しており、上記マスクは、

上記第1の電極パッドを覆い、上記第2の電極パッドを露出させて第1の被覆層を形成する工程と、この第1の被覆層に対し、上記第1の電極パッドに対応して上記第1の開口部を形成する工程と、上記第1の被覆層と上記第2の電極パッドを覆うように第2の被覆層を形成する工程と、上記第2の被覆層に対し、上記第2の電極パッドに対応して上記第2の開口部を形成し、上記第1の開口部に対応して上記第3の開口部を形成する工程と、を経て形成される、付記1ないし11のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記15) 上記開口部内への半田ペーストの充填は、基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、上記マスクの高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を設ける工程と、上記マスクまたは上記スキージング用補助手段上に半田ペーストを準備する工程と、スキージを移動させて上記半田ペーストを上記開口部内に落とし込む工程と、を経て行われる、付記1ないし14のいずれか1つに記載のバンプ形成方法。

(付記16) 基板に設けられた電極パッド上にバンプを形成する方法であって、上記基板上に第1の被覆層を形成するとともに、上記第1の被覆層上に第2の被覆層を形成する工程と、上記第1の被覆層および第2の被覆層における上記電極パッドに対応する部分に、露光およびエッチング液を用いた現像により上記電極パッドを露出させる開口部を形成する工程と、上記開口部内に金属を充填する工程と、上記金属を加熱により上記電極パッドに一体化する工程と、を含み、かつ、上記第1の被覆層は、上記第2の被覆層を現像するための上記エッチング液により溶解する材料により形成されており、上記第2の被覆層の現像と同時に、上記第1の被覆層をエッチング処理して上記開口部を形成することを特徴とする、バンプ形成方法。

(付記17) 上記第1の被覆層は、水溶性またはアルカリ性水溶液に溶解し易い高分子を含む材料により形成されている、付記12または16に記載のバンプ形成方法。

(付記18) 複数の群に組み分けられる複数の電極パッドを有する基板上に、これらの複数の電極パッドに対応した部位に、上記各群毎に異なる大きさの開口部を有するマスクを形成する工程と、上記開口部に半田ペーストを充填する工程と、加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、上記被覆層を上記基板から除去する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法。

(付記19) 上記被覆層は、上記基板上に樹脂フィルムを敷設することにより形成される、付記13または18に記載のバンプ形成方法。

(付記20) 上記被覆層は、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルイソプロペニ

ルケトンからなる群より選ばれる少なくとも 1 種の成分を含んでいる、付記 13、18 および 19 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 21) 上記複数の電極パッドは、第 1 の電極パッドの群と第 2 の電極パッドの群とに組み分けられ、上記第 1 の電極パッドは、上記第 2 の電極パッドよりも小さな面積で形成されており、かつ、上記開口部は、上記第 1 の電極パッドに対応して形成された第 1 の開口部と、上記第 2 の電極パッドに対応するとともに、上記第 1 の開口部より容積の小さな第 2 の開口部を有している、付記 13、18 ないし 20 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 22) 複数の第 1 の電極パッドおよび複数の第 2 の電極パッドを有する基板上に、上記複数の第 1 の電極パッドを覆い、上記複数の第 2 の電極パッドが露出した状態で第 1 の被覆層を形成する工程と、上記第 1 の被覆層に対し、上記複数の第 1 の電極パッドに対応して、複数の第 1 の開口部を形成する工程と、上記第 1 の被覆層と上記複数の第 2 の電極パッドを覆うようにして第 2 の被覆層を形成する工程と、上記第 2 の被覆層に対し、上記複数の第 2 の電極パッドに対応して複数の第 2 の開口部を形成し、上記複数の第 1 の開口部に対応して複数の第 3 の開口部を形成する工程と、上記複数の第 1 の開口部、上記複数の第 2 の開口部、および上記複数の第 3 の開口部内に半田ペーストを充填する工程と、加熱処理により、半田ペーストからバンプを形成する工程と、を有することを特徴とする、バンプ形成方法。

(付記 23) 上記第 1 の開口部は、上記第 2 の開口部よりも大きな開口面積を有するように形成される、付記 14 または 22 に記載のバンプ形成方法。

(付記 24) 上記第 3 の開口部は、上記第 1 の開口部よりも大きな開口面積を有するように形成され、かつ、上記第 2 の被覆層のみを選択的に除去する工程をさらに含んでおり、上記第 1 の被覆層は基板上に設けられたまま残される、付記 14、22 および 23 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 25) 上記第 1 の被覆層および上記第 2 の被覆層のうちの少なくとも一方は、上記基板上に樹脂フィルムを敷設することにより形成される、付記 14、22 ないし 24 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 26) 上記第 1 の被覆層は、エポキシアクリレート、エポキシ、ポリイミドからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含んでいる、付記 14、22 ないし 25 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 27) 上記第 2 の被覆層は、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、およびポリメチルイソプロペニルケトンからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含んでいる、付記 14、22 ないし 26 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 28) 基板上に設けられた電極パッド上にバンプ

を形成する方法であって、基板支持体上に上記基板を支持させる工程と、少なくとも上記基板を覆うようにして被覆層を形成する工程と、上記被覆層における上記電極パッドに対応する部分に開口部を形成する工程と、上記基板上における上記被覆層の高さ位置と上記基板の周囲との高さ位置との差を緩和するスキージング用補助手段を設ける工程と、上記被覆層または上記スキージング用補助手段上に金属ペーストまたは金属粉を準備する工程と、スキージの移動により上記金属ペーストまたは金属粉を上記開口部内に落とし込む工程と、上記金属ペーストまたは金属粉を加熱溶融・固化させて上記電極パッド上に一体化させる工程と、上記スキージング用補助手段を取り除く工程と、を含むことを特徴とする、バンプ形成方法。

(付記 29) 上記基板の周囲の高さ位置は、上記スキージング用補助手段により上記被覆層の高さ位置と同一または略同一とされる、付記 15 または 28 に記載のバンプ形成方法。

(付記 30) 上記スキージング用補助手段は、上記基板の形状に対応した開口を有する平板である、付記 15、28 および 29 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 31) 上記基板支持体は、上記基板の少なくとも一部を收容可能な凹部を有している、付記 15、28 ないし 30 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 32) 加熱処理された半田ペーストから形成された上記バンプにフラックスを塗布し、再び加熱処理を行ってバンプの形を整える工程をさらに備えている、付記 1 ないし 31 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 33) 上記フラックスは、ポリペールとヘキシレングリコールを含んでいる、付記 32 に記載のバンプ形成方法。

(付記 34) 上記開口部の面積は、これに対応する電極パッドの面積の 2.5 倍以下である、付記 1 ないし 33 のいずれか 1 つに記載のバンプ形成方法。

(付記 35) 基板と、この基板の同一表面上に形成された複数の第 1 の電極パッドおよび複数の第 2 の電極パッドと、上記第 1 の電極パッド上に形成された第 1 のバンプと、上記第 2 の電極パッド上に形成された第 2 のバンプと、を備え、上記第 1 の電極パッドの面積は、上記第 2 の電極パッドの面積よりも小さく、上記第 1 のバンプの頂点の位置が上記第 2 のバンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品。

(付記 36) 基板と、この基板の同一表面上に形成された複数の第 1 電極パッドおよび複数の第 2 電極パッドと、上記第 1 の電極パッドの形成領域に形成され、上記第 1 の電極パッドの各々に対応した開口部を有する被覆層と、上記被覆層を介して上記第 1 の電極パッドと導通するとともに上記被覆層から球状部分が突出する第 1 の

パンプと、上記第2電極パッド上に球状部分が直接的に形成された第2のパンプと、を備え、上記第1のパンプの頂点の位置は、上記第2のパンプの頂点の位置よりも高くされていることを特徴とする、電子部品。

【付記37】 上記被覆層は、エポキシアクリレート、エポキシ、およびポリイミドからなる群より選ばれる少なくとも1種の樹脂を含んでいる、付記36に記載のパンプ形成方法。

【付記38】 上記第2のパンプを介して実装対象物が上記基板上に搭載されており、上記第1のパンプの高さが、電子部品の高さの1.2倍以上の高さとされている、付記35ないし37に記載の電子部品。

【付記39】 上記基板との間に上記実装対象物が介在した状態で、上記第1のパンプを介して追加の実装対象物が上記基板に搭載されている、付記38に記載の電子部品。

【付記40】 上記基板との間に上記実装対象物が介在した状態で、上記パンプを介して、上記基板が他の基板に実装されている、付記38に記載の電子部品

【付記41】 半田粉末と、溶剤とを含む半田ペーストであって、上記溶剤は、上記半田粉末の融点よりも低い沸点を有する第1の溶剤と、上記半田粉末の融点よりも高い沸点を有する第2の溶剤と、を含むことを特徴とする、半田ペースト。

【付記42】 上記第1の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも5～50℃低く、上記第2の溶剤の沸点は、上記半田粉末の融点よりも5～50℃高い、付記41に記載の半田ペースト。

【付記43】 上記第1の溶剤の含有量は2～6重量%であり、上記第2の溶剤の含有量は2～6重量%である、付記41または42に記載の半田ペースト。

【0249】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明では、基板に設けられた複数の電極パッドに対して、コスト的に有利にパンプを形成し、しかも各パンプ間のバラツキを少ないパンプ形成方法に関する技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るパンプ形成方法におけるマスクを形成する工程を説明するための断面図である。

【図2】(a)および(b)は、基板の周りにスキージング補助手段を設ける工程を説明するための断面図および平面図である。

【図3】(a)および(b)は、印刷工程を説明するための断面図および平面図である。

【図4】(a)および(b)は、印刷工程を説明するための断面図および平面図である。

【図5】最終的なパンプ形成工程を説明するための断面図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るパンプ形成方法を説明するための断面図である。

【図7】(a)および(b)は、図6(a)および(b)の要部を拡大した断面図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係るパンプ形成方法を経て得られる電子素子の一例を示す斜視図である。

【図9】図8の電子素子(メインチップ)にサブチップを実装した状態を示す斜視図である。

【図10】図8の電子素子(メインチップ)に対するサブチップの実装工程を説明するための斜視図である。

【図11】図9の状態とされたメインチップを再配線基板に実装した状態を示す斜視図である。

【図12】図9の状態とされたメインチップを再配線基板に実装する工程を説明するための断面図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態に係るパンプ形成方法を説明するための断面図である。

【図14】図13の電子素子(メインチップ)にサブチップを実装し、これを再配線基板に実装する工程を説明するための断面図である。

【図15】本発明の第4の実施の形態に係る半導体チップの断面図である。

【図16】図15の半導体チップにサブチップを搭載した状態を示す断面図である。

【図17】図16の状態とされた半導体チップを再配線基板に搭載した状態を示す断面図である。

【図18】(a)および(b)は、従来のパンプ形成方法における印刷工程を説明するための断面図および平面図である。

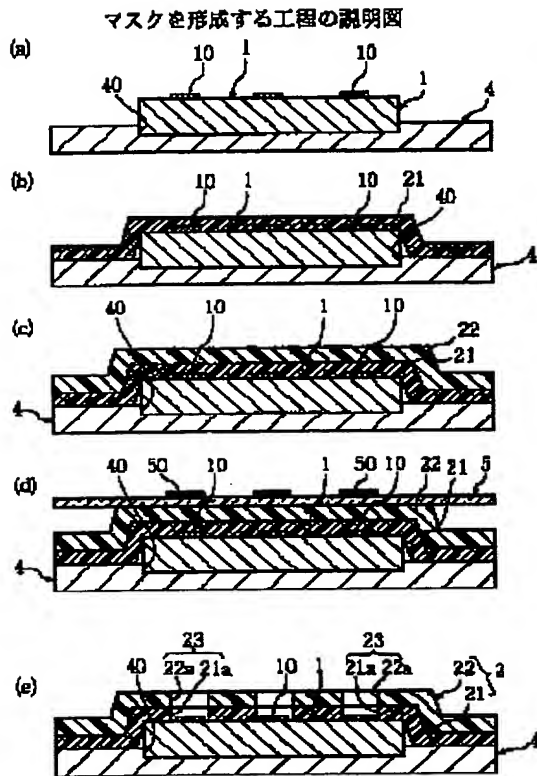
【符号の説明】

- 30 X, X', X'' マルチチップパッケージ(電子部品)
- 1, 1', 1'' 基板(シリコンウエハ)
- 10 電極パッド
- 10a, 10a', 10a'' 第1の電極パッド
- 10b, 10b', 10b'' 第2の電極パッド
- 2, 2', 2'' マスク
- 2A 被覆層
- 21, 21' 第1の被覆層
- 22, 22' 第2の被覆層
- 23 開口部
- 40 4 基板支持体
- 40 凹部(基板支持体の)
- 6 平板(スキージング補助手段)
- 60 開口(平板の)
- 7, 7', 7'' 電子素子, 半導体チップ(電子部品)
- 8, 8', 81, 81'', 82, 82'' サブチップ(実装対象物)
- 9 再配線基板(他の基板)
- S スキージ
- P, P', P'' 半田ペースト
- 50 B パンプ

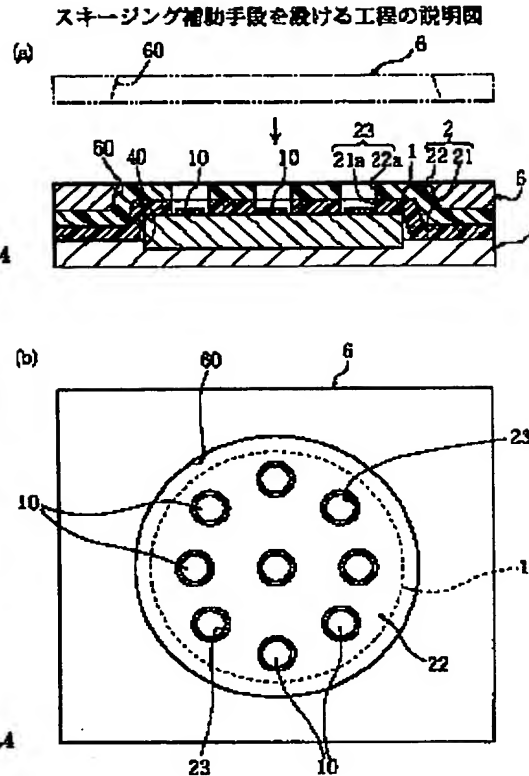
Ba, Ba', Ba'' 第1のパンプ

Bb, Bb', Bb'' 第2のパンプ

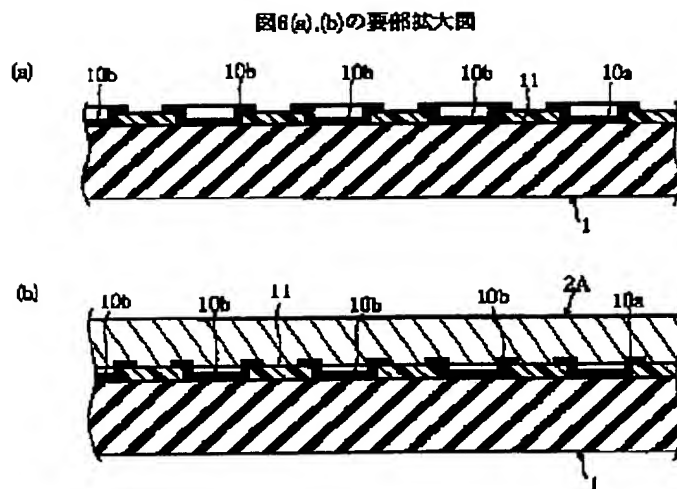
【図1】



【図2】

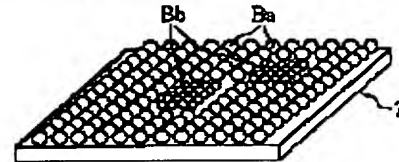


【図7】



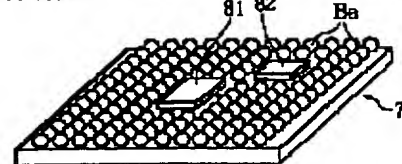
【図8】

第2の実施の形態に係るパンプ形成方法を経て得られる電子素子の一例を示す斜視図



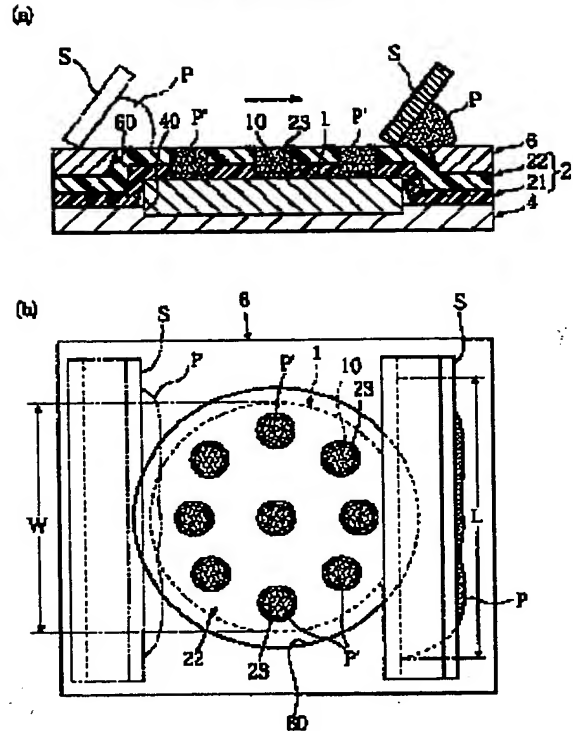
【図9】

図8の電子素子（メインチップ）にサブチップを実装した状態を示す斜視図



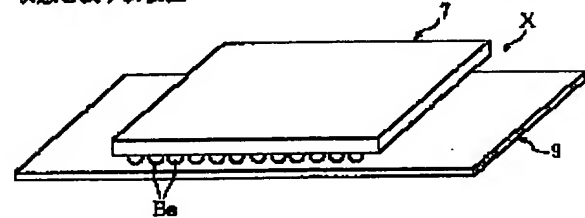
【図 4】

印刷工程の説明図

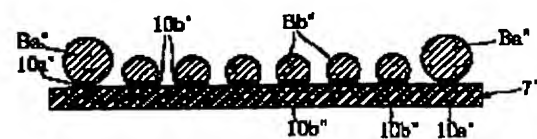


【图 1 1】

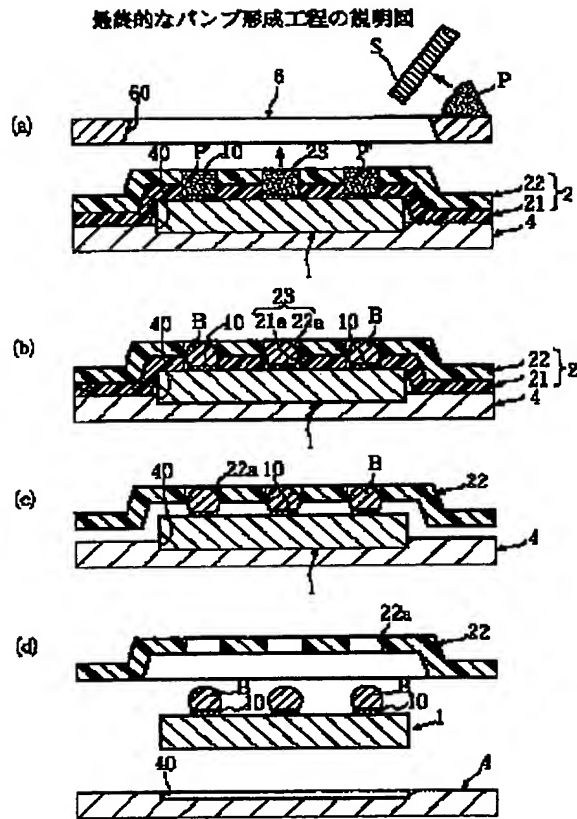
図9の状態とされたメインチップを再配線基板に実装した状態を表す斜視図



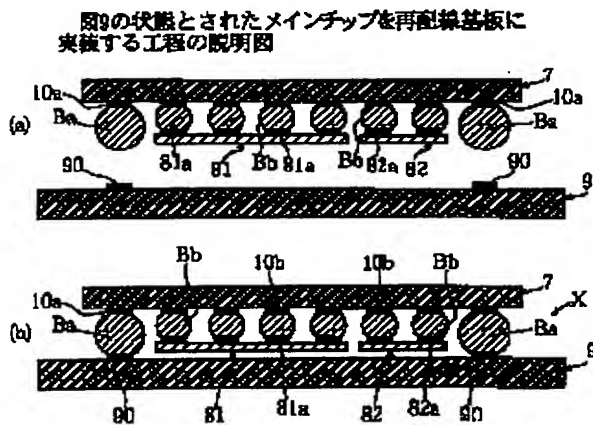
第4の実施の形態に係る半導体チップ



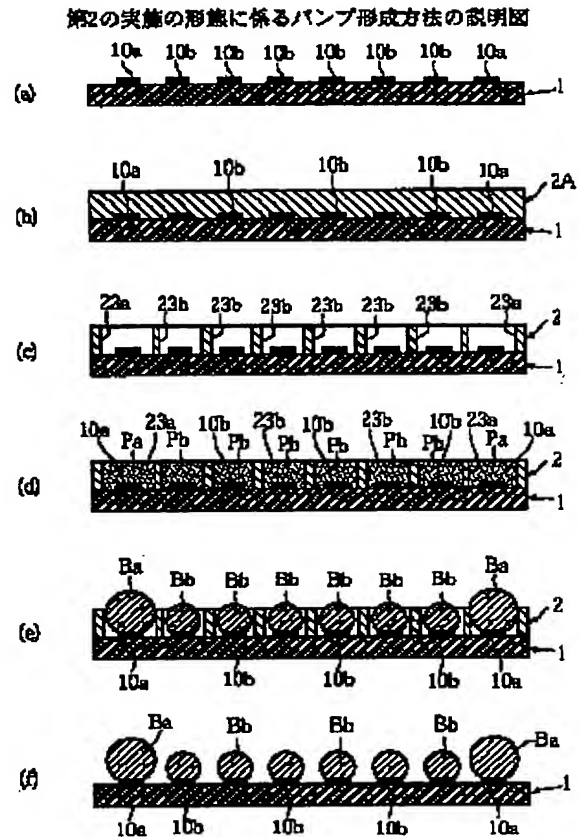
【図 5】



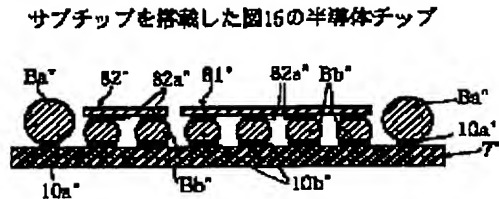
【図 12】



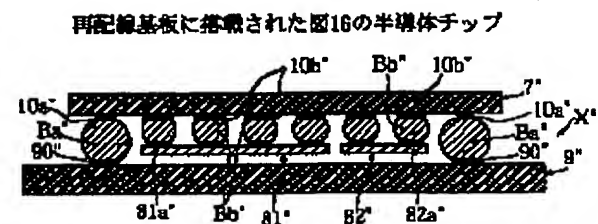
【図 6】



【図 16】

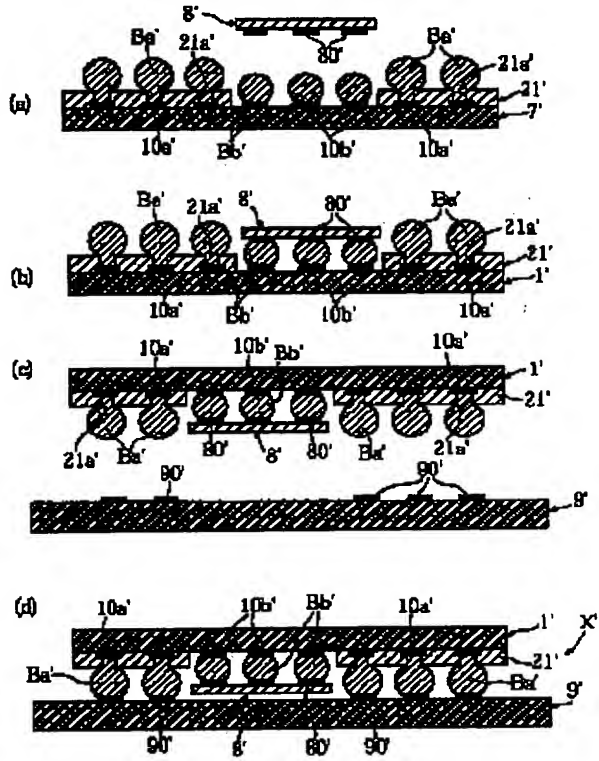


【図 17】



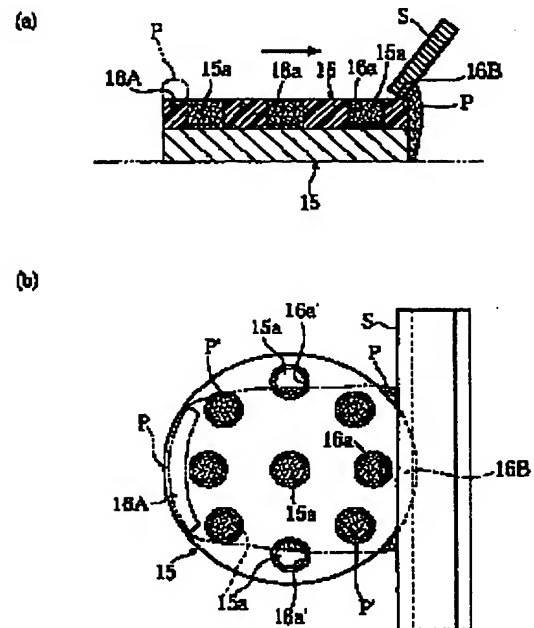
【図 14】

図13の電子素子（メインチップ）にサブチップを実装し、これを再配線基板に実装する工程の説明図



【図 18】

従来のパンプ形成における印刷工程の説明図



フロントページの続き

(72) 発明者 水越 正孝
 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
 1 号 富士通株式会社内

BEST AVAILABLE COPY